



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**Monitoramento de efluentes e Comparação das
Eficiências das Estações de Tratamento de Esgoto da
Grande Florianópolis (Insular e Área Continental)**

Bruna Fernandes Alves Cascais

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO DE 2008.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Monitoramento de efluentes e Comparação das
Eficiências das Estações de Tratamento de Esgoto da
Grande Florianópolis (Insular e Área Continental)**

Relatório final da disciplina 5512 – Estágio Supervisionado II, do Curso de Química, da Universidade Federal de Santa Catarina, semestre 2008-2, realizado na empresa: CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento no Laboratório de Análises de Esgoto, no período de 02/01/2008 a 01/12/2008 para obtenção do grau de Bacharel em Química.

Orientadora: Vilma Edite Fonseca Heinzen

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO DE 2008.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha gratidão a Deus e a todos que, direta e indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho de conclusão de curso.

Sou grata, especialmente, a meus pais, Álvaro e Glória, que sempre me apoiaram e ao meu marido, Rodrigo, pela sua paciência e carinho durante este período.

A minha orientadora, Vilma Heinzen, pela dedicação e compreensão.

Aos amigos do laboratório de esgoto – SRM/DIOPE – CASAN (Eng. José Luciano, Eng. Katth, Técnicas Edimar, Josiane e Maristela) pela ajuda e prazer da convivência ao longo desta jornada.

Índice Geral

1	Introdução.....	11
2	Histórico da empresa.....	12
3	Objetivos.....	13
3.1	Objetivo Geral.....	13
3.2	Objetivos Específicos	13
4	Revisão bibliográfica.....	14
5	Metodologia	20
5.1	Locais de coleta das amostras	20
5.2	Pontos de amostragem dos efluentes	21
5.3	Técnicas Empregadas.....	24
5.3.1	Análise Volumétrica.....	24
5.3.2	Análise Volumétrica de Neutralização	24
5.3.3	Análise Volumétrica de Precipitação	24
5.3.4	Análise Volumétrica de Complexação	25
5.3.5	Potenciometria	25
5.3.6	Espectrofotometria e Colorimetria	25
5.4	Análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas	27
5.4.1	pH.....	27
5.4.2	Alcalinidade	27
5.4.3	Turbidez	28
5.4.4	Temperatura e Cor	28
5.4.5	Sólidos.....	28
5.4.6	Cloretos	30
5.4.7	Oxigênio Dissolvido (OD)	30
5.4.8	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	31
5.4.9	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	33
5.4.10	Série Nitrogenada.....	34
5.4.11	Determinação de amônia (Método Salicilato).....	35
5.4.12	Determinação de nitrito (Método Diazotização).....	35
5.4.13	Determinação de nitrato (Método Redução de Cádmio)	36

5.4.14	Determinação de Nitrogênio Total (Método Digestão de Persulfato)	36
5.4.15	Fósforo	37
5.4.16	Determinação do fósforo total (Método Molibdovanadato com digestão de ácido)	37
5.4.17	Determinação de fosfato – PO_4^{-3} (Método Molibdovanadato) ..	38
5.4.18	Enxofre	38
5.4.19	Determinação de Sulfeto (Método Azul de Metileno)	39
5.4.20	Determinação de Sulfato (Método SulfaVer 4)	39
5.4.21	Análise Bacteriológica	40
6	Resultados e discussão	42
7	Conclusões	62
8	Referências Bibliográficas	63
Anexo 1.	Monitoramento 2008 ETE – Insular (TAS).....	57
Anexo 2.	Monitoramento 2008 ETE – Potecas – Lagoa Facultativa 3 (LF ₃)...	58
Anexo 3.	Percentuais de Remoção 2008 ETE – Insular – TAS.....	59
Anexo 4.	Percentuais de Remoção 2008 ETE – Potecas (LF ₃).....	60
Anexo 5.	Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 – CONAMA.....	61
Anexo 6.	Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981 – MPSC.....	62
Anexo 7.	Solicitação para divulgação dos dados nesse trabalho de conclusão de curso.....	63

Índice de figuras

Figura 1. Estação de Tratamento de Esgoto - Insular.....	205
Figura 2. Estação de Tratamento de Esgoto - Potecas	216
Figura 3. Fluxograma das etapas que o efluente líquido percorre na ETE - Insular.....	237
Figura 4. Fluxograma das etapas que o efluente líquido percorre na ETE – Sistema de Potecas.....	238
Figura 5. Requisitos básicos de um espectrofotômetro	27
Figura 6. Variação da Temperatura nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	22
Figura 7. Valores de pH nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.....	22
Figura 8. Variação da concentração da Alcalinidade Total nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	23
Figura 9. Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	24
Figura 10. Variação da concentração de Cloretos nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	25
Figura 11. Valores de Turbidez nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	25
Figura 12. Variação da concentração de DBO nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	26
Figura 13. Variação da concentração de DQO nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	27
Figura 14. Variação da concentração de Coliformes Totais nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	27
Figura 15. Variação da concentração de E. Coli nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	28
Figura 16. Variação da concentração de Nitrogênio Amoniacal nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.....	29
Figura 17. Variação da concentração de Nitrito nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	29

Figura 18. Variação da concentração de Nitrato nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	30
Figura 19. Variação da concentração de Nitrogênio Total nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	31
Figura 20. Variação da concentração de Fosfato nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	31
Figura 21. Variação da concentração de Fósforo Total nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	32
Figura 22. Variação da concentração de Sulfeto nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	33
Figura 23. Variação da concentração de Sulfato nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	33
Figura 24. Variação da concentração de Sólidos Totais nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.	34
Figura 25. Variação da concentração de Sólidos Suspensos nas ETES (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.....	34
Figura 26. Variação da concentração de Sólidos Sedimentáveis nas ETES (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.....	35
Figura 27. Variação da concentração de Sólidos Dissolvidos nas ETES (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.....	36

Índice de abreviações

AD - Adensador

AT – Alcalinidade Total

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

Coli Total – coliforme total

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CRJ – Corpo Receptor Jusante

CRM – Corpo Receptor Montante

DC - Decantador

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO - Demanda Química de Oxigênio

E Coli - Escherichia coli

DQO – Demanda Química de Oxigênio

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FATMA - Fundação do Meio Ambiente

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

LA – Lagoa Anaeróbica

LF – Lagoa Facultativa

MPSC – Ministério Público de Santa Catarina

NMP – Número Mais Provável

N - NH₄ – Nitrogênio Amoniacal

N-NO₃ - Nitrato

N-NO₂ - Nitrito

NT – Nitrogênio Total

OD – Oxigênio dissolvido

pH – Potencial Hidrogenionico

PG – Pós – Gradeamento

P – PO₄ - Fosfato

P Total – Fósforo Total

SB – Seletor Biológico

SS - Sólidos Suspensos

SD – Sólidos Dissolvidos

SSd – Sólidos Sedimentáveis

ST – Sólidos Totais

TA – Tanque de Aeração

TAS – Tanque de Água de Serviço

TD – Tanque de Desnitrificação

Resumo

É extremamente importante controlar a eficiência dos processos de tratamento de esgoto bem como monitorar a poluição dos recursos hídricos feitos por órgãos federais e estaduais para que os despejos industriais e domésticos, quando lançados em córregos não alterem o equilíbrio ecológico.

Ao analisar os efluentes nas saída das estações de tratamento de esgoto (ETEs) monitoradas pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) através de ensaios físico-químicos e microbiológicos pôde-se observar que os resultados obtidos quando comparados aos limites permitidos pela legislação dos órgãos do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e do Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) que a ETE – Insular é mais eficiente que a ETE – Potecas em relação ao porcentual de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - parâmetro mais importante na aferição da eficácia de uma estação de tratamento. Os resultados mostram a necessidades da retirada do lodo e da implantação de um tratamento terciário nas estações para a redução das concentrações de fósforo e nitrogênio (parâmetros físico-químicos) e de coliformes fecais e totais (parâmetros bacteriológicos)

Este trabalho de conclusão de curso contribuiu para demonstrar que a utilização de ensaios analíticos relativamente simples é fundamental para aferir a eficiência das estações de tratamento de esgoto. Também convém ressaltar a importância do conhecimento da legislação ambiental e dos estudos relacionados à poluição ambiental.

Palavras-chave: Tratamento de Esgoto Sanitário; Análise físico-química e bacteriológica e Remoção de Coliformes.

1 Introdução

A água é capaz de dissolver muitas substâncias e por isso, tende a se poluir ao circular pelo meio ambiente.

Como agente poluidor da água, considera-se qualquer substância ou forma de energia que venha a torná-la imprópria para os vegetais e os animais, para o consumo público, agrícola ou industrial. Quando esses materiais são lançados diretamente num lago ou num rio, passam a atuar as bactérias aeróbicas e anaeróbicas, estas provocam reações químicas que produzem o mau cheiro das águas paradas e contaminadas. A solução desse problema é o tratamento dos esgotos.

A química exerce papel preponderante no meio ambiente: as substâncias químicas estão na origem de boa parte da poluição, pois, algumas vezes, os subprodutos das substâncias químicas usadas para melhorar nossa saúde e nosso padrão de vida retornam ao ambiente, degradando nossa própria saúde, a das plantas e a dos animais. (LUNA, 2003)

Ao contrário, muitos problemas ambientais somente foram resolvidos quando utilizados os conhecimentos da ciência, em particular da química. O saneamento básico constitui um bom exemplo.

Em Santa Catarina, a CASAN desempenha importante função no controle da poluição ambiental e no monitoramento de recursos hídricos; desenvolve e difunde tecnologia de saneamento básico; orienta; controla e pune agressões ao ambiente. (www.casan.com.br)

É indiscutível que além do controle de poluição dos recursos hídricos feitos por órgãos federais – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) e estaduais - Fundação do Meio Ambiente (FATMA) se deve controlar a eficiência dos processos de tratamento de esgoto e garantir a qualidade do efluente final para que os despejos industriais e domésticos, quando lançados em córregos não alterem o equilíbrio ecológico do sistema. (www.casan.com.br)

2 Histórico da empresa



A CASAN, sociedade de economia mista, criada em 31 de dezembro de 1970 através da Lei Estadual Nº 547 e constituída em 02 de julho de 1971 com o objetivo de coordenar o planejamento e executar, operar e explorar os serviços públicos de esgotos e abastecimento de água potável, bem como realizar obras de saneamento básico, em convênio com municípios do Estado.

Herdou do antigo Departamento Autônomo de Engenharia Sanitária - DAES, onze sistemas de abastecimento de água e dois sistemas de coleta de esgotos. Com performance destacada, principalmente, na busca da melhoria da qualidade de vida dos catarinenses.

Atualmente, a CASAN atua por meio de convênios de concessão firmados com as prefeituras municipais e os serviços prestados pela empresa cobrem quase todo o Estado de Santa Catarina, que está dividido em três Superintendências Regionais de Negócios, a saber: Sul/Leste, Norte/Vale do Itajaí e Planalto/Oeste. (www.casan.com.br)

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

- Analisar os efluentes de duas estações de tratamento de esgoto (ETE) da Grande Florianópolis (Insular e Potecas) através de análises físico-químicas e bacteriológicas;

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a qualidade dos efluentes tratados na saída das estações de tratamento de esgoto (Insular e Potecas);

- Comparar os resultados obtidos dos efluentes líquidos na saída das estações de Tratamento de Esgoto com a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 - CONAMA, Art. 34, Parágrafo 4º e Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981 – MPSC;

- Verificar a eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto (Insular e Potecas).

4 Revisão bibliográfica

Uma parcela significativa das águas, depois de utilizadas para o abastecimento público e nos processos produtivos, retorna suja aos cursos d'água, em muitos casos levando ao comprometimento de sua qualidade para os diversos usos, inclusive para a agricultura. Também pode haver liberação de compostos voláteis, que provocam odor e sabor desagradáveis, e poderão trazer problemas em uma nova operação de purificação e tratamento dessa água. (GUIMARÃES, 2001)

O termo esgoto caracteriza os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidades públicas, de áreas agrícolas, de superfície, de infiltração, pluviais e outros efluentes sanitários.

Os esgotos são classificados em dois grupos principais: os esgotos sanitários e os industriais. Os primeiros são constituídos essencialmente de despejos domésticos, uma parcela de águas pluviais, águas de infiltração, e eventualmente uma parcela não significativa de despejos industriais, tendo características bem definidas.

Os esgotos industriais, extremamente diversos, provêm de qualquer utilização da água para fins industriais, e adquirem características próprias em função do processo industrial empregado. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos industriais similares. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

Os esgotos domésticos ou domiciliares contém aproximadamente 99,9% de água e são oriundos de instalações sanitárias, lavagem de utensílios domésticos, pias, banheiros, lavagem de roupas, etc. Este tipo de resíduo apresenta uma composição mais ou menos definida, variando sua concentração. A fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos ou dissolvidos, bem como microorganismos. É Devido a essa fração de 0,1% que há necessidade de se tratar esgotos. (SPERLING, 1996)

O sistema de coletas e tratamento de efluentes é um dos pressupostos básicos para um ambiente saudável. A utilização adequada do sistema

proporciona o restabelecimento das águas que, na sua falta, pode ocasionar vários danos ao meio ambiente, à saúde e a qualidade de vida.

O esgoto precisa ser tratado por três razões principais: tem cheiro acentuado; contém bactérias nocivas; contém sólidos suspensos e produtos químicos que afetam o ambiente.

É por esse motivo que as comunidades constroem estações de tratamento de esgoto e impõem leis contra a liberação de esgoto bruto no ambiente. Há uma grande preocupação em relação ao grau de tratamento e ao destino final dos esgotos e suas conseqüências sobre o meio ambiente. Tendo em vista este aspecto, os estudos, critérios, projetos relativos ao tratamento e à disposição final dos esgotos, devem ser precedidos de cuidados especiais que garantam o afastamento adequado dos esgotos, e igualmente a manutenção e melhoria dos usos e da qualidade dos corpos receptores.

O grau e eficiência dos tratamentos serão sempre em função do corpo receptor e das características de uso da água a jusante do ponto do lançamento, da capacidade de autodepuração e diluição do corpo d'água, da legislação ambiental e das conseqüências do lançamento dos esgotos.

O lançamento dos esgotos sanitários, domésticos e industriais nos corpos receptores, gera dois tipos de conseqüências: problemas de natureza ambiental ou ecológica e problemas de saúde pública.

Um dos critérios para a seleção do tipo e do grau de tratamento dos esgotos a serem lançados nos cursos d'água considera dois aspectos fundamentais: o conhecimento dos usos benéficos desejados para um corpo d'água, e por conseguinte dos padrões de qualidade a serem mantidos, em função desses mesmos usos; e o conhecimento de autodepuração do corpo receptor.

O tratamento dos esgotos é usualmente classificado através dos seguintes níveis:

- Primário;
- Secundário;
- Terciário (apenas eventualmente).

O tratamento primário tem como objetivo a remoção dos sólidos grosseiros, que são os resíduos contidos nos esgotos sanitários e de fácil

retenção e remoção, através de operações físicas de gradeamento. Esta etapa tem como finalidade de condicionar o esgoto para posterior tratamento. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

Outra unidade importante do tratamento primário é a caixa de areia ou caixa de desarenação, é um dispositivo destinado a reter areia e outros detritos minerais inertes, geralmente presentes no esgoto doméstico, e visam proteger bombas contra a abrasão, bem como evitar entupimentos das canalizações e a sedimentação deste material nas unidades posteriores. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

O principal objetivo do tratamento secundário é a remoção da matéria orgânica. Esta se apresenta nas seguintes formas:

- Matéria orgânica dissolvida, a qual não é removida por processos meramente físicos, como o de sedimentação, que ocorre no tratamento primário;
- Matéria orgânica em suspensão, a qual é em grande parte removida no tratamento primário, mas cujos sólidos de sedimentabilidade mais lenta persistem na massa líquida.

A essência do tratamento secundário de esgotos domésticos é a inclusão de uma etapa biológica. Enquanto no tratamento preliminar predomina mecanismos de ordem física, no tratamento secundário a remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microorganismos. (SPERLING, 1996)

O lodo das fases primária e secundária do tratamento está constituído principalmente por água e matéria orgânica. Ele pode se autodigerir por via anaeróbia em um processo que leva várias semanas para se completar. O lodo que permanece após o processo de decomposição orgânica – e da remoção da água sobrenadante – é, às vezes, incinerado ou usado como aterro sanitário. Contudo, o lodo é rico em nutrientes para as plantas, por isso pode ser usado como fertilizante. (BAIRD, 2004)

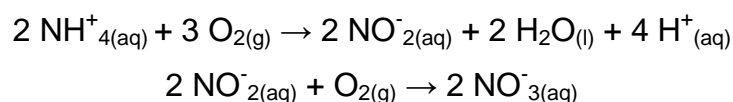
Após sua passagem do tratamento primário, a água do esgoto torna-se muito mais clarificada, porém ainda apresenta uma elevada quantidade de matéria orgânica. Na fase de tratamento secundário, grande parte do material em suspensão, como aquele realmente dissolvido na água, é biologicamente oxidado por microorganismos até dióxido de carbono e

água, ou convertido em lodo adicional que pode ser removido com facilidade. (BAIRD, 2004)

O Seletor Biológico, uma das unidades do tratamento secundário, é caracterizado pela alimentação e percolação contínua do esgoto através do meio suporte (massa de sólidos depositada no fundo do tanque). A passagem contínua do esgoto promove o crescimento e aderência de massa biológica na superfície do meio suporte. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

As condições favoráveis à adsorção da matéria orgânica, das bactérias aeróbias e anaeróbias, e a preservação do ambiente úmido e ventilação, garantem a oxidação dos compostos, gerando como subproduto gás carbônico, ácido nítrico e ácido sulfúrico. As substâncias alcalinas contidas nos esgotos neutralizam os ácidos, transformando-os em sais solúveis em água (carbonatos, nitratos e fosfatos). Parte do gás carbônico permanece em solução ou desprende na atmosfera. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

A nitrificação é a oxidação biológica da amônia a nitrato, com a formação intermediária de nitrito. A reação se passa em duas etapas, na presença de microorganismos específicos, respectivamente *Nitrossomas* e *Nitrobacter*.



A remoção do nitrogênio pode ocorrer por um processo de desnitrificação biológica do esgoto nitrificado, através de um sistema de um único estágio, Tanque de Desnitrificação, que irá remover o nitrato devido à presença de microorganismos específicos.

Além do tratamento com lodo, a CASAN também utiliza Lagoas de Estabilização (Figura 2), localizada no bairro Potecas no município de São José. É sistema de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas.

De acordo com a forma predominante pela qual se dá a estabilização da matéria orgânica a ser tratada, as lagoas costumam ser classificadas em: (JORDÃO e PESSOA, 1995)

- Anaeróbias: nas quais predominam o processo de fermentação anaeróbia; imediatamente abaixo da superfície não existe oxigênio dissolvido;
- Facultativa: nas quais ocorrem, simultaneamente, processos de fermentação anaeróbia, oxidação aeróbia e redução fotossintética; uma zona anaeróbia de atividade bêmica é sobreposta por uma zona aeróbia de atividade biológica, próximo à superfície;
- Maturação: usadas como refinamento do tratamento prévio por lagoas, ou outro processo biológico; reduz bactérias, sólidos em suspensão, nutrientes, e uma parcela negligenciável da Demanda Bioquímica de Oxigênio.

Na ETE – Insular o tratamento é do tipo lodo ativado, modalidade aeração prolongada, com capacidade para eliminar poluentes biodegradáveis de origem doméstica incluindo DBO, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Suspensos (SS), amônia (N-NH_4), Nitrato (N-NO_3), coliformes fecais e totais.

No caso da ETE – Potecas adota-se o tratamento com Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa (sistema australiano) que é uma das melhores soluções técnicas que existem e também é uma das mais econômicas, quando se dispõe de área adequada e de baixo custo.

A radiação solar, a temperatura, o vento, a evaporação e a precipitação são fatores climáticos que interferem no funcionamento de uma lagoa de estabilização. A radiação solar influencia na velocidade da fotossíntese; o vento influencia nas condições de mistura e na aeração atmosférica e a temperatura influencia na velocidade da fotossíntese, na taxa de decomposição bacteriana, na solubilidade e transferência de gases e nas condições de mistura (JORDÃO e PESSÔA, 1995; SPERLING, 1996).

Os ventos têm importância para as lagoas, pois favorecem a homogeneização da massa líquida e a formação de ondas, contribuem para uniformizar a distribuição do oxigênio dissolvido. Além disso, aumentam a superfície de contato das superfícies de água com a atmosfera, com

conseqüente aumento da eficiência de transferência de oxigênio. São benéficos também para transportar as algas imóveis para zonas mais profundas na lagoa (JORDÃO e PESSÔA, 1995).

As chuvas, dependendo de sua duração e intensidade, podem provocar uma diluição desfavorável ao processo (JORDÃO e PESSÔA, 1995).

A evaporação da água altera a concentração de sólidos, da matéria orgânica e dos elementos presentes, podendo haver modificações no equilíbrio biológico como um aumento demasiado da salinidade, que pode provocar modificações na pressão osmótica da matéria celular, ou mesmo do equilíbrio hidráulico (JORDÃO e PESSÔA, 1995).

5 Metodologia

5.1 Locais de coleta das amostras

As amostras de efluentes foram coletadas mensalmente em duas estações de tratamento de esgoto (ETE – Insular e ETE – Potecas) monitoradas pela CASAN no período janeiro/ 2008 – outubro/ 2008.

Estações de Tratamento de Esgoto monitoradas



Figura 1. Estação de Tratamento de Esgoto - Insular

A ETE – Insular (Fig. 1) está situada no aterro da Baía Sul, entre a orla marítima e a Avenida Gustavo Richard (área urbana central da ilha de Santa Catarina). Foi inaugurada em outubro de 1997, tendo capacidade para atender 150.000 habitantes nas regiões da Agrônômica, Avenida Mauro Ramos, Avenida Beira Mar Norte, Trindade, Centro, José Mendes, Prainha, Saco dos Limões, Costeira do Pirajubaé, Itacotubi, Parque São Jorge, Córrego Grande, Jardim Anchieta, Santa Mônica, Pantanal, Campus Universitário e Carvoeira. O efluente final é lançado na Baía Sul através de um emissário submarino.



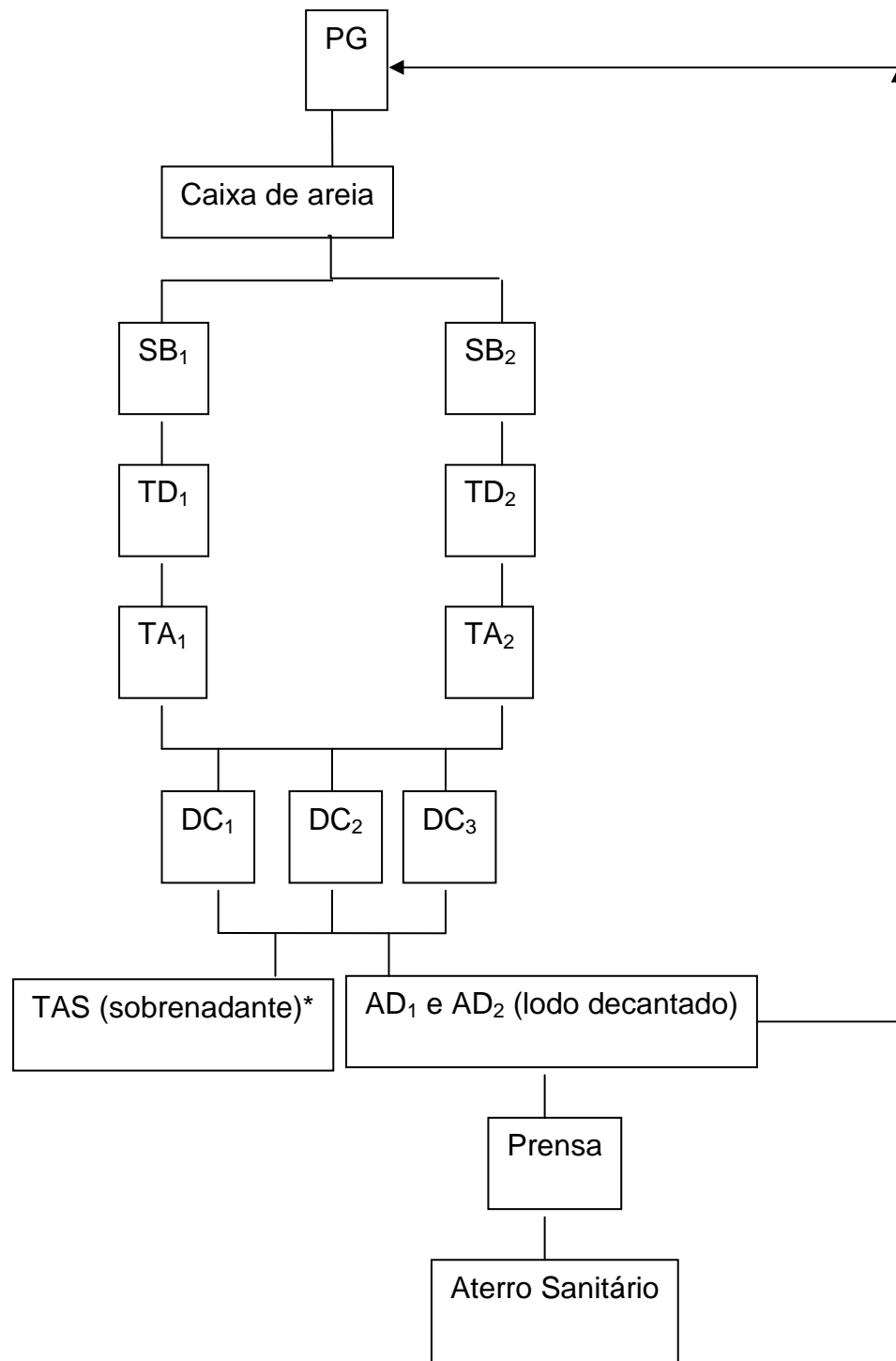
Figura 2. Estação de Tratamento de Esgoto - Potecas

A ETE - Potecas (Fig. 2), localizada na área continental em Potecas – São José, está em funcionamento desde 1995, possui capacidade para atender 90.000 habitantes pertencentes aos bairros continentais do município de Florianópolis e alguns bairros do município de São José. O efluente final é lançado no Rio Forquilhas.

5.2 Pontos de amostragem dos efluentes

A seguir, todas as etapas na qual o efluente líquido percorre nas ETES Insular (Fig. 3) e Potecas (Fig 4.) estão ilustradas nos fluxogramas.

ETE – Insular	ETE – Sistema de Potecas
- PG (Pós-Gradeamento)	- PG (Pós-Gradeamento)
- SB (Seletor Biológico)	- LA (Lagoa Anaeróbia)
- TD ₁ (Tanque de Desnitrificação 1)	- LF ₁ (Lagoa Facultativa 1)
- TD ₂ (Tanque de Desnitrificação 2)	- LF ₂ (Lagoa Facultativa 2)
- TA ₁ (Tanque de Aeração 1)	- LF ₃ (Lagoa Facultativa 3)
- TA ₂ (Tanque de Aeração 2)	- CRM (Corpo Receptor Montante)
- DC (Decantador)	- CRJ (Corpo Receptor Jusante)
- TAS (Tanque Água de Serviço)	



* Esgoto Tratado

Figura 3. Fluxograma das etapas que o efluente percorre na ETE –Insular

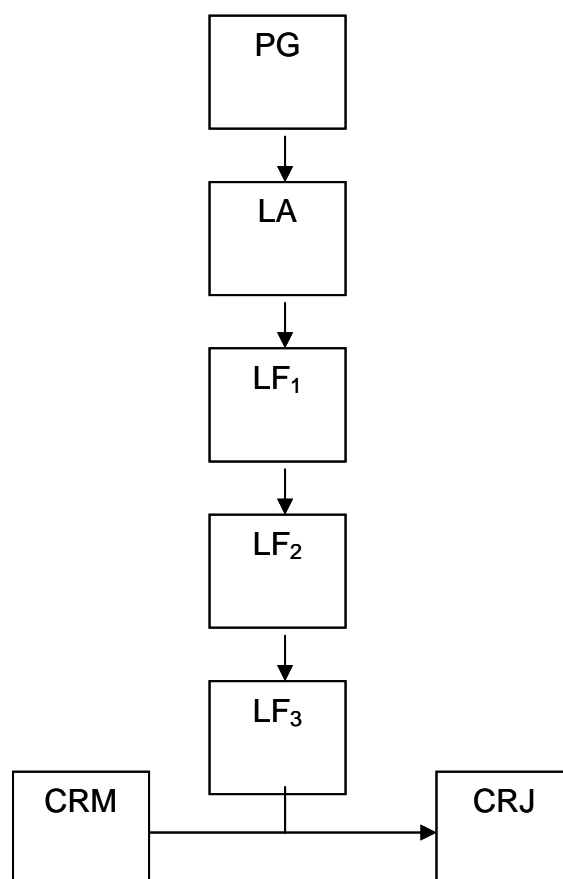


Figura 4. Fluxograma das etapas que o efluente percorre na ETE – Potecas

5.3 Técnicas Empregadas

A metodologia para análises de efluentes líquidos está descrita no “Standart for the Examination of Water and Wasterwater (2005)”.

5.3.1 Análise Volumétrica

O termo análise volumétrica aplica-se à análise quantitativa executada com a determinação do volume de uma solução requerido para reagir quantitativamente com a solução da substância a ser determinada. A solução cuja concentração é conhecida com exatidão é chamada de solução padrão. (JEFFERY *et al*, 1981)

O processo de adição da solução padrão até que a reação esteja completa é chamado de titulação, e a substância a ser determinada é titulada. O ponto final da titulação deve, via de regra, ser identificada por alguma mudança, infalível ao olho, produzida pela própria substância padrão ou, mais usualmente, pela adição de um reagente auxiliar conhecido como indicador. (JEFFERY *et al*, 1981)

5.3.2 Análise Volumétrica de Neutralização

Esta análise inclui a titulação de base livre ou que se forma por hidrólise de sais de ácidos fracos, a qual é feita com um ácido padrão (acidimetria), e a titulação de ácido livre ou o que se forma da hidrólise de sais de bases fracas, a qual é feita com uma base padrão (alcalimetria). Estas reações envolvem a combinação de íons hidrogênio e hidróxido para formar água (Reação 1). (JEFFERY *et al*, 1981)



5.3.3 Análise Volumétrica de Precipitação

É um método baseado na formação de um composto pouco solúvel. Essas titulações são usadas principalmente para a determinação de haletos e

de alguns íons metálicos. Para que uma reação de precipitação possa ser usada, é preciso que ela se processe em tempo relativamente curto e que o composto formado seja suficientemente insolúvel. (BACCAN e ANDRADE, 2001)

5.3.4 Análise Volumétrica de Complexação

Esta análise depende da combinação de íons, outros que não o hidrogênio e o íon hidróxido, para formar um íon ou um composto levemente dissociado. (JEFFERY *et al*, 1981)

5.3.5 Potenciometria

Os métodos potenciométricos de análise estão baseados em medidas do potencial de células eletroquímicas na ausência de correntes apreciáveis. (SKOOG e NIEMAN, 2001)

5.3.6 Espectrofotometria e Colorimetria

A variação da intensidade da cor de um sistema com a mudança de concentração de um de seus componentes é à base da análise colorimétrica. A cor é usualmente, devida a formação de um composto colorido pela adição de um reagente apropriado ou pode ser inerente do constituinte desejado propriamente dito. A intensidade da cor pode, então, ser comparada com a que se obtém tratando de forma semelhante uma quantidade conhecida de padrão. (JEFFERY *et al*, 1981)

A colorimetria concerne à determinação da concentração de uma substância pela medida da absorção relativa da luz, correspondente à absorção da concentração conhecida da substância. Na colorimetria visual usa-se, geralmente, como fonte de luz, luz branca natural ou artificial (Tabela1), e as determinações são comumente feitas com instrumentos simples, chamados colorímetros ou comparadores de cor. (JEFFERY *et al*, 1981)

Na análise espectrofotométrica é usada uma fonte de radiação que permite estender o trabalho à região do ultravioleta do espectro. Este processo requer a utilização de instrumento mais sofisticado e, conseqüentemente, mais dispendioso. O instrumento, cujo nome é espectrofotômetro, compreende na realidade um espectrômetro e um fotômetro. (JEFFERY *et al*, 1981)

Tabela 1. Cores do espectro visível e suas correspondentes faixas de comprimento de onda.

COR	COMPRIMENTO DE ONDA (nm)
Ultravioleta	< 400
Violeta	400 – 450
Azul	450 – 500
Verde	500 – 570
Amarelo	570 – 590
Alaranjado	590 – 620
Vermelho	620 – 760
Infravermelho	> 760

O espectrômetro óptico é um instrumento que possui um sistema óptico que produz a dispersão da radiação eletromagnética incidente, de modo que podem ser feitas medidas da quantidade de radiação transmitida em selecionados comprimentos de onda da faixa espectral. O fotômetro é um dispositivo para a medida da intensidade da radiação transmitida, ou uma função desta quantidade. Quando combinamos num espectrofotômetro, o espectrômetro e o fotômetro são empregados em conjunção para produzir um sinal que corresponde à diferença entre a radiação transmitida de um material de referência e aquela que é transmitida de uma amostra, nos comprimentos de onda selecionados (Figura 5). (JEFFERY *et al*, 1981)

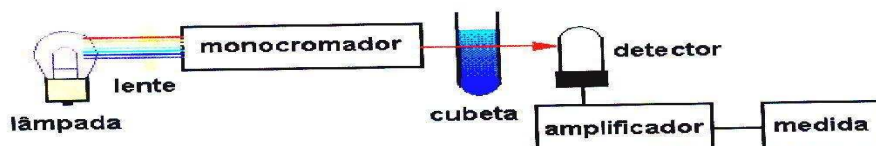


Figura 5. Requisitos básicos de um espectrofotômetro.

5.4 Análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas

5.4.1 pH

O conhecimento do potencial hidrogênio permite o monitoramento do poder de corrosão, do processo de redução dos microorganismos e se a água em relação ao pH se enquadra dentro das legislações pertinentes. (MACEDO, 2001)

Para a determinação do pH foram utilizados 100 mL da amostra sob agitação mecânica e pH utilizou-se o pHmetro Alfakit.

5.4.2 Alcalinidade

Alcalinidade é a quantidade de íons na água que irão reagir para neutralizar os íons hidrogênio, como mostram as Reações 2 e 3. É uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos (OH^-). A distribuição dessas três formas na água é função pH. (SPERLING, 1996)



A alcalinidade é determinada através de titulação potenciométrica com ácido sulfúrico 0,01 mol/L até o pH atingir 4,5. O resultado da análise é obtido em mg.L^{-1} de CaCO_3 .

5.4.3 Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. (BACCAN e ANDRADE, 2001)

O método adotado é o nefelométrico, baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão. Quanto maior a intensidade da luz espalhada, maior será a turbidez da amostra analisada. (BACCAN e ANDRADE, 2001)

Este parâmetro não é usado como forma de controle do esgoto bruto, mas pode ser medida para caracterizar a eficiência do tratamento secundário, uma vez que pode ser relacionada à concentração de sólidos suspensos. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

Na determinação da turbidez foi usado o turbidímetro 2100 p HACH.

5.4.4 Temperatura e Cor

A cor indica de imediato, e aproximadamente, o estado de decomposição do esgoto, ou sua “condição”. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

A tonalidade acinzentada da cor é típica de esgoto fresco. A cor preta é típica do esgoto velho e de uma decomposição parcial. Os esgotos podem, no entanto, apresentar qualquer outra cor, nos casos de contribuição de despejos industriais. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

Normalmente, a temperatura nos esgotos está acima da temperatura do ar, à exceção dos meses mais quentes do verão, sendo típica a faixa de 20 a 25°C. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

5.4.5 Sólidos

Das características físicas, o teor de matéria sólida é o de maior importância, em termos de dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento.

A matéria sólida contida nos esgotos é classificada em função de inúmeros fatores:

- Em função das dimensões das partículas: sólidos em suspensão; sólidos coloidais e sólidos dissolvidos.
- Em função da sedimentabilidade: sólidos sedimentáveis; sólidos flutuantes ou flotáveis e sólidos não sedimentáveis.
- Em função da secagem, a alta temperatura (550°C): sólidos fixos e sólidos voláteis.
- Em função da secagem em temperatura média (aproximadamente 100°C): sólidos totais; sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. (LUNA, 2003)

A matéria sólida total do esgoto (sólidos totais) pode ser definida como a matéria que permanece como resíduo após a evaporação a 103°C. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

A matéria sólida em suspensão (sólidos em suspensão) compõe a parte que é retida, quando um volume da amostra de esgoto é filtrado através de uma membrana, a fração que passa pelo filtro compõe a matéria sólida dissolvida (sólidos dissolvidos), que está presente em solução ou sob a forma coloidal. Se este resíduo é calcinado a 600°C, as substâncias orgânicas se volatilizam e as minerais permanecem em forma de cinza: compõe assim a matéria sólida volátil (sólidos voláteis) a matéria fixa (sólidos fixos). (JORDÃO e PESSOA, 1995)

Define-se ainda como matéria decantável (sólidos decantáveis) a fração que sedimenta após o tempo arbitrário de uma hora; a quantidade de matéria decantável é uma indicação da quantidade de lodo que poderá ser removida por sedimentação nos decantadores. (JORDÃO e PESSOA, 1995)

Sólidos Totais (ST) = (peso da cápsula com amostra seca) – (peso da cápsula seca) x 1000

Sólidos Suspensos (SS) = $\frac{(\text{peso da membrana com amostra}) - (\text{peso da membrana})}{\text{Volume da amostra filtrada (mL)} \times 10}$

Sólidos Suspensos Fixos(SSF) =(peso da cápsula + membrana alcinada) - (peso da cápsula)

Sólidos Suspensos (SSV) = SS – SSF

Sólidos Sedimentáveis = sedimentação dos resíduos durante 1 hora

5.4.6 Cloretos

O conhecimento do teor de cloretos das águas tem por finalidade obter informações sobre o grau de mineralização ou indícios de poluição, como esgotos domésticos e resíduos industriais. (MACEDO, 2003)

O método utilizado para a determinação de cloretos foi o de Mohr, no qual o haleto (íon cloreto) é titulado com uma solução padrão de nitrato de prata usando-se cromato de potássio como indicador, conforme mostra a Reação 4. (BACCAN e ANDRADE, 2001)



Na determinação cloretos foram usados 100 mL de amostra com a adição de 1 mL de cromato de potássio. Em seguida, fez-se a titulação com nitrato de prata 0,01 mol. L⁻¹.

5.4.7 Oxigênio Dissolvido (OD)

A presença de oxigênio é essencial para vários organismos aquáticos nos processos metabólicos de bactérias aeróbias e outros microorganismos responsáveis pela degradação de poluentes nos sistemas aquáticos. Ele entra na água via difusão na superfície, bem como via processos fotossintéticos, os quais ocorrem devido às algas e plantas submersas. (ROCHA *et al*, 2004)

Um dos métodos mais utilizados para a determinação de oxigênio dissolvido é o Método de Winkler. É uma reação de iodometria, o método não

modificado usa sulfato manganoso em meio alcalino que na presença de oxigênio dissolvido, o manganês é oxidado a uma valência mais alta, formando um precipitado marrom, esta etapa chama-se de fixação do oxigênio, pois o oxigênio dissolvido não irá mais reagir com outras substâncias presentes na amostra em análise. Nesta fase, se o precipitado for branco, indica a ausência de oxigênio dissolvido. Após a fixação do oxigênio, há a adição de iodeto de potássio e ácido sulfúrico, para a liberação do iodo elementar, que posteriormente é titulado com tiosulfato de sódio. (MACEDO, 2001)

No presente estudo, o oxigênio dissolvido foi medido através de um Oxímetro marca IYS.

5.4.8 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A estabilização ou decomposição biológica da matéria orgânica lançada ou presente na água envolve o consumo de oxigênio (molecular) dissolvido na água, nos processos metabólicos de organismos biológicos aeróbios. Logo, a redução da taxa de oxigênio dissolvido em um recurso hídrico pode indicar a atividade bacteriana decompondo a matéria orgânica. (MACEDO, 2001)

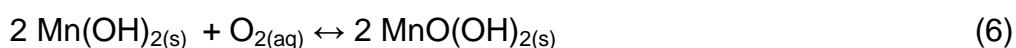
Então, surge o conceito de demanda de oxigênio em relação à matéria orgânica sendo muito utilizada a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a química de oxigênio (DQO). Entende-se por DBO a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica composta aerobicamente por via biológica e DQO; a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica por via química.

A DBO_5 é um teste realizado a uma temperatura constante e durante um período de incubação, também fixo de 5 dias. É medida a diferença de oxigênio dissolvido antes e depois do período de incubação. (MACEDO, 2001)

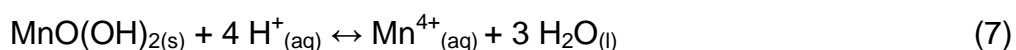
Para preparar a água de diluição, utilizou-se um compressor de ar comprimido, a água destilada foi saturada com o ar durante vinte minutos, de maneira a obter um elevado teor de oxigênio dissolvido, seguido de trinta minutos para descansar. Em cada litro de água destilada adicionou-se 1 mL

da solução tampão fosfato, 1 mL de sulfato de magnésio, 1 mL de cloreto de cálcio e 1 mL de cloreto férrico. Estes nutrientes são compostos de fósforo, enxofre, magnésio, ferro e cálcio que por sua vez são indispensáveis para a garantia de microorganismos vivos durante o período de incubação. O tampão fosfato é adicionado para que o pH fique entre 6,5 a 8,5 garantindo a sobrevivência dos microorganismos.

Para a primeira série, o teste de oxigênio dissolvido foi feito após o período de incubação (5 dias). Para a outra série, em cada garrafa foram adicionados 2 mL de sulfato de manganês (II), (este reagente tem como função “fixar” o oxigênio), e em seguida colocou-se 2 mL de solução alcalina iodeto/azida, conforme as Reações 5 e 6.



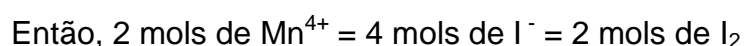
Em seguida, adicionou-se 2 mL de ácido sulfúrico concentrado (ver Reação 7).



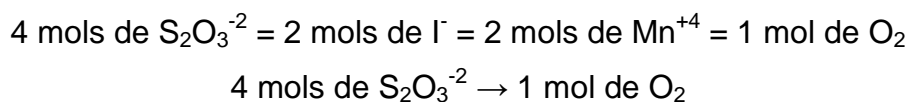
O manganês (IV) reage com iodeto liberando iodo elementar (I_2), em quantidade equivalente à quantidade original de oxigênio dissolvido na amostra, como mostra a Reação 8.



São retirados 100 mL e titulados com tiossulfato de sódio 0,025 mol. L^{-1} (ver Reação 9), com indicador amido.



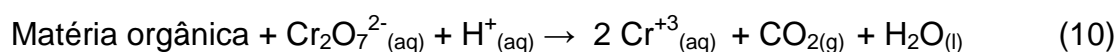
Na titulação com tiossulfato de sódio,



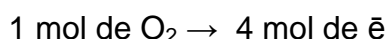
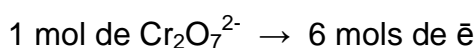
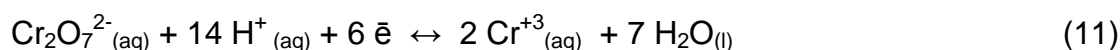
5.4.9 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar quimicamente a matéria carbonácea. (SPERLING, 1996)

Para a estimativa do teor do material orgânico em águas, utilizou-se método de oxidação química empregando-se um composto fortemente oxidante, como o dicromato de potássio, a quente, em meio ácido, sendo a matéria orgânica oxidada, conforme a Reação 10. (ROCHA *et al*, 2004)



Este método consiste em oxidar a amostra com excesso conhecido de solução de padrão primário dicromato de potássio, a quente, em meio de ácido sulfúrico e tendo sulfato de mercúrio (II) como catalisador, segundo as Reações 11 e 12. (ROCHA *et al*, 2004)



Adicionou-se 0,5 mL de ácido sulfúrico concentrado a 50 mL de amostra, assim amostra fica armazenada sem que haja consumo da matéria orgânica.

No tubo que contém reagentes (dicromato de potássio, sulfato de mercúrio II e ácido sulfúrico) para a digestão da DQO adicionou-se 2,0 ml da amostra, em seguida inverteu-se o tubo algumas vezes para agitar e colocou-se no reator com temperatura de 150 °C. Aqueceu-se a amostra e o branco por 2 horas. Em seguida, aguardou-se 20 minutos até que atingissem cerca de 120 °C, depois agitou-se invertendo algumas vezes enquanto quentes.

Após atingir a temperatura ambiente, fez-se a leitura no espectrômetro HACH DR 4000 com comprimento de onda de 620 nm.

Se após a amostra atingir a temperatura ambiente fosse observada uma coloração verde na amostra digerida, a capacidade do reagente foi excedida. Então, deve-se repetir o teste com amostra diluída.

5.4.10 Série Nitrogenada

Em águas e águas residuárias, as formas de nitrogênio de maior interesse são, em ordem de estado de oxidação decrescente, nitrato, nitrito, amônia e nitrogênio orgânico. Todas essas formas de nitrogênio, bem como gás (N_2), são biologicamente interconvertidos e são componentes do ciclo do nitrogênio.

Nitrogênio orgânico é definido funcionalmente como nitrogênio no estado de oxidação 3-. Isso não inclui todas as misturas de nitrogênio orgânico. Nitrogênio orgânico inclui materiais naturais tais como proteínas, peptídeos, ácidos nucleicos e uréia, e grande número de matérias orgânicas sintéticas.

Nitrato geralmente ocorre em pequenas quantidades na superfície da água mas pode atingir níveis altos em águas subterrâneas. Em quantidades excessivas, contribui para a doença conhecida como metemoglobinemia em crianças. Um limite de 10 mg de nitrato por litro tem sido exigido na água potável para prevenir esta disfunção. Esse é um nutriente essencial para muitos autótrofos e em alguns casos tem sido identificados como o nutriente limitante de crescimento.

Nitrito é um estado de oxidação intermediário do nitrogênio, ambos na oxidação da amônia a nitrato e na redução de nitrato. Nitrito pode participar do sistema fornecedor de água através do seu uso como um inibidor corrosivo no processo de água industrial. Ácido nitroso, o qual é formado de nitrito e solução ácida, pode reagir com aminas secundárias para formar nitrosaminas, muitas das quais são consideradas carcinógenas. O significado toxicológico de reações de nitrificação é assunto de muitas pesquisas.

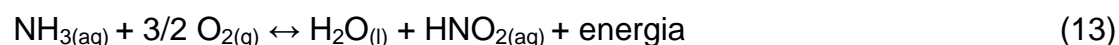
Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se alterna entre várias formas e estados de oxidação, como resultado de diversos processos

bioquímicos. No meio aquático o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular (N₂); nitrogênio orgânico; amônia (livre – NH₃ e ionizada NH₄⁺); nitrito (NO₂⁻) e nitrato (NO₃⁻).

No tratamento de efluentes, o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microorganismos responsáveis pelo tratamento de esgoto. (SPERLING, 1996)

A presença em um recurso hídrico, de NH₃ e NH₄⁺, caracteriza a poluição recente por esgotos domésticos, enquanto a presença de nitrito caracteriza uma poluição remota, em função de que o nitrogênio se encontra no seu último estágio de oxidação. (MACEDO, 2001)

O nitrogênio em forma de NH₃ livre é tóxico aos peixes, e dentro dos processos bioquímicos a conversão de amônia a nitrito (Reação 13) e deste a nitrato (Reação 14) consome oxigênio dissolvido no meio, altera a condição da vida aquática. (MACEDO, 2001)



Para os testes de determinação de amônia, nitrito e nitrato foram utilizados os kits da HACH.

5.4.11 Determinação de amônia (Método Salicilato)

Em frasco com reagente HACH foi adicionado 0,1 mL de água deionizada, sendo o branco. Em outro frasco, 0,1 mL de amostra. Em cada frasco, adicionou-se o envelope do reagente 1 (salicilato de amônia) com o auxílio de um funil e agitou-se. Em seguida, é colocado o reagente 2 (hidróxido de lítio) e agitou-se. (A presença de amônia na amostra será indicada pela coloração verde devido à formação de um complexo). Aguardou-se 20 minutos (tempo de reação), por último, fez-se a leitura no espectrômetro HACH DR 4000, com comprimento de onda de 655 nm.

5.4.12 Determinação de nitrito (Método Diazotização)

O espectrômetro da HACH DR 4000 foi zerado com água deionizada. Adicionou-se 10,0 mL da amostra previamente filtrada ao reagente bissulfato de potássio e agitou-se. (A formação de um complexo marrom esverdeado indica a presença de nitrito). Aguardou-se 10 minutos (tempo de reação). (Repetiu-se o mesmo procedimento para o branco). Em seguida, fez-se a leitura do branco e amostra, com comprimento de onda de 585 nm. O resultado foi apresentado em mg. L⁻¹ de nitrito.

5.4.13 Determinação de nitrato (Método Redução de Cádmio)

Após a filtração da amostra, foram transferidos 10 mL da amostra para a cubeta. Em seguida, adicionou-se o reagente cádmio e ácido sulfanílico (presentes no mesmo envelope), e a amostra foi agitada durante 1 minuto (tempo de reação). O cádmio reduziu o nitrato a nitrito, que por sua vez reagiu com o ácido sulfanílico, formando um complexo colorido. Aguardou-se 5 minutos para que a coloração torne-se âmbar. (Repetiu-se o mesmo procedimento para o branco). A leitura no espectrômetro foi feita no comprimento de onda 500 nm.

5.4.14 Determinação de Nitrogênio Total (Método Digestão de Persulfato)

O reator foi aquecido até 105°C. Colocou-se peroxodissulfato de potássio em um frasco de nitrogênio total e adicionou-se 0,5 mL da amostra e agitou-se durante 30 segundos. Foram levados ao reator durante 30 minutos a 105°C. O reagente foi adicionado e agitou-se durante 15 segundos. Aguardou-se 3 minutos (tempo de reação). Em seguida, adicionou-se o segundo reagente, e agitou-se durante 15 segundos. Aguardou-se 2 minutos, neste período a solução tornou-se amarela.

Depois, foram transferidos 2 mL de amostra e branco para frascos distintos que continham o terceiro reagente, agitou-se invertendo cerca de 10 vezes. Aguardou-se 5 minutos (tempo de reação), neste período ocorre a

intensificação da cor amarela. A leitura da amostra e do branco foi feita no espectrômetro da HACH DR 4000, com 665 nm.

5.4.15 Fósforo

O fósforo é um elemento de grande importância para a produtividade da água. A ausência do fósforo pode ser o maior obstáculo do incremento da produtividade da água. (MACEDO, 2001)

O fósforo total existe na forma orgânica e inorgânica. O fósforo na forma inorgânica pode ser encontrado como ortofosfato (PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$ e H_3PO_4) e polifosfato (moléculas que possuem dois ou mais átomos de fósforo). Na forma orgânica, o fósforo está combinado à matéria orgânica. (SPERLING, 1996)

Os íons nitrato e fosfato são normalmente os nutrientes limitantes do processo de eutrofização, ou seja, é um desequilíbrio que ocorre em rios e lagos que recebem efluentes sanitários. Este fenômeno é caracterizado pelo crescimento exagerado de organismos aquáticos autotróficos. (MACEDO, 2001)

Em casos onde o fosfato é o nutriente limitante do crescimento, a descarga de águas residuárias brutas ou tratadas, drenagem agrícola, ou lixos industriais para essa água podem estimular o crescimento de micro- e macro- organismos aquáticos fotossintéticos em quantidades preocupantes.

5.4.16 Determinação do fósforo total (Método Molibdovanadato com digestão de ácido)

O reator foi aquecido até 150°C. No frasco (que contem ácido sulfúrico) para fósforo total da HACH adicionou-se 5,0 mL de água deionizada (branco) e 5,0 mL de amostra em outro frasco (que contem ácido sulfúrico) para fósforo total da HACH. Em cada frasco, foi adicionado persulfato de potássio, e agitou-se.

Os frascos foram levados para o reator durante 30 minutos, em seguida deixou-se atingir a temperatura ambiente (18 - 25°C). Adicionou-se

2,0 mL de hidróxido de sódio 1,54 N, e agitou-se. Em seguida, colocou-se 0,5 mL de reagente molibdovanadato (metavanadato de amônio, ácido sulfúrico e molibdato de amônio), e agitou-se.

A presença da coloração amarelo pálido, devido a formação de complexo com o vanádio. Aguardou-se 7 minutos (tempo de reação). Fez-se a leitura no espectrômetro da HACH DR 4000 do branco e da amostra, em 420 nm.

5.4.17 Determinação de fosfato – PO_4^{3-} (Método Molibdovanadato)

Foram transferidos 25 mL de amostra para um cubeta. Adicionou-se 1 mL do reagente molibdovanadato metavanadato de amônio, ácido sulfúrico e molibdato de amônio) e agitou-se. O complexo de fosfovanadomolibdato formado entre o fosfato, o vanadato de amônio e o molibdato de amônio têm cor amarela viva.

5.4.18 Enxofre

As transformações do enxofre no ambiente aquático envolvem reações químicas de oxidação e redução, que podem ocorrer espontaneamente ou associadas a processos biológicos. Algumas dessas transformações podem gerar problemas tais como toxicidade e liberação de odores. (www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/brasil20/i-152.pdf)

O sulfeto está frequentemente presente em águas subterrâneas, especialmente em fontes termais. Sua presença também é comum em águas residuárias devido, em parte, à decomposição da matéria orgânica, algumas vezes a resíduos industriais e, principalmente, como resultado da redução bacteriana do sulfato. O escape para atmosfera, do sulfeto de hidrogênio (H_2S) contido nas águas residuárias, causa odor fétido.

A concentração mínima perceptível em sulfeto de hidrogênio em água limpa se situa entre 0,025 e 0,25 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Em níveis tóxicos para humanos, interfere no sistema olfativo, dando uma falsa sensação de segurança da ausência de H_2S .

Ele também ataca os metais diretamente e indiretamente, causa corrosão em tubulações de concreto de redes coletoras de águas residuárias, por causa da oxidação bioquímica para o ácido sulfúrico (H_2SO_4) nas paredes dos tubos. (OLIVEIRA e SILVA, 2001)

H_2S dissolvido é tóxico para os peixes e outros organismos aquáticos.

5.4.19 Determinação de Sulfeto (Método Azul de Metileno)

O método do azul de metileno é baseado na reação de sulfeto, cloreto férrico e dimetil-p-fenilenodiamino para produzir azul de metileno. Fosfato de amônia é adicionado após o aparecimento da cor para remover a cor do cloreto férrico. Este procedimento é aplicável em concentrações de sulfeto entre 0,1 e 20,0 mg.

H_2S e sulfetos metálicos solúveis em ácidos reagem com sulfato de N,N-dimetil-p-fenilenodiamino para formar o azul de metileno. A intensidade da cor azul é proporcional à concentração de sulfeto. Altos níveis de sulfeto em águas oleosas podem ser determinados depois de diluição.

Pipetou-se 25 mL da amostra para a cubeta e adicionou-se o reagente para a determinação de sulfeto (ácido sulfúrico com dicromato de potássio). Aguardou-se 5 minutos para constatar a presença de sulfeto na amostra, a coloração deve passar de rosa para azul.

Por fim, procedeu-se com a leitura no espectrômetro da HACH DR 4000, com o comprimento de onda de 665 nm.

5.4.20 Determinação de Sulfato (Método SulfaVer 4)

O sulfato é largamente distribuído na natureza e pode estar presente em águas naturais em concentrações oscilando de umas poucas a muitos miligramas por litro. Efluentes percolados de minas podem contribuir com grandes quantidades de sulfato através da oxidação da pirita. Sulfato de sódio e magnésio exercem ação catártica.

Os íons sulfato na amostra reagem com bário e forma um precipitado de sulfato de bário. A quantidade de turbidez formada é proporcional a

concentração de sulfato. Este método também contém um agente estabilizador para deixar o precipitado em suspensão.

A amostra deve ser filtrada antes de proceder com a análise. Preencheu-se uma cubeta com 25 mL de amostra, em seguida adicionou-se o reagente para análise de sulfato (ácido cítrico e cloreto de bário contidos em um mesmo envelope) e agitou-se. Na presença de sulfato na amostra, esta apresenta turbidez branca devido à formação de sulfato de bário. Aguardou-se 5 minutos. Realizou-se a leitura no espectrômetro da HACH DR 4000, com comprimento de onda de 450 nm. O resultado é em mg.L^{-1} de sulfato.

5.4.21 Análise Bacteriológica

A utilização de métodos de detecção de agentes patógenos, principalmente bactérias, protozoários e vírus, em uma amostra de água é extremamente difícil, em razão de suas baixas concentrações, o que demandaria o exame de grandes volumes de amostra para que fosse detectado um único ser patogênico. Este obstáculo é superado através do estudo dos chamados organismos indicadores de contaminação fecal. Tais organismos não são patogênicos, mas dão uma satisfatória indicação de quando a amostra apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, a sua potencialidade para transmitir doenças.

Os métodos para análise bacteriológica orientados no *Standard Methods* são referência mundial em análises bacteriológicas, mas demandam tempo e mão-de-obra indisponíveis nos laboratórios da empresa. A utilização de métodos mais práticos, compostos por kits e Cartelas para leitura bacteriológica da IDEXX, permite a realização e obtenção de dados de forma rápida e segura, sem comprometer a análise de outros parâmetros dentro do laboratório.

Colilert usa a Tecnologia do Substrato Definido – DTS para simultaneamente detectar Coliformes Totais e *E. coli*. Dois nutrientes indicadores, ONPG e MUG, são a fonte de carbono na formulação do Colilert e podem ser metabolizadas pela enzima *B*-glucuronidase do Coliforme e a enzima *B*-glucuronidase da *E. coli*, respectivamente.

Como as bactérias do grupo Coliforme Total cresce na amostra com Colilert, elas usam *B*-galactosidase para metabolizar o ONGP e mudar a coloração de incolor para amarela. A *E. coli* usa a enzima *B*-glucuronidase para metabolizar o MUG e gerar a fluorescência. Como a maioria dos não coliformes não tem esta enzima, eles não são capazes de crescer e interferir no resultado. Os poucos não Coliformes que tem esta enzima, são seletivamente suprimidos pela formulação do Colilert.

A medida dos coliformes é dada por uma estimativa estatística de sua concentração, conhecida como Número Mais Provável de coliformes (NMP/mL ou NMP/100 mL). (JORDÃO, e PESSOA, 1995)

6 Resultados e discussão

A eficiência e a capacidade nominal de uma estação de tratamento de esgotos são definidas a partir de uma série complexa de fatores específicos.

As duas estações monitoradas empregam diferentes tratamentos. Na ETE – Insular o tratamento é do tipo lodo ativado, modalidade aeração prolongada, com capacidade para eliminar poluentes biodegradáveis de origem doméstica incluindo DBO, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Suspensos (SS), amônia (N-NH_4), Nitrato (N-NO_3), coliformes fecais e totais.

O sistema possui duas etapas: o tratamento preliminar (composto por gradeamento e desarenação) envolve a remoção de sólidos grosseiros através de grades e a sedimentação (caixa retentora de areia e decantadores) ou flotação de materiais constituídos principalmente de partículas em suspensão e o tratamento secundário (composto por seletores biológicos, tanques ou câmeras de desnitrificação, tanques de aeração e decantadores secundários), por sua vez, destina-se a degradação biológica de compostos carbonáceos.

De maneira geral, a maioria das estações construídas alcançam apenas o nível de tratamento secundário, aqui descrito, porém, em muitas situações, é obrigatório que esse tratamento alcance o nível denominado terciário.

O efluente do tratamento secundário ainda possui Nitrogênio e Fósforo em quantidade, concentração e formas que podem provocar problemas no corpo receptor, dependendo de suas condições específicas, dando origem ao fenômeno conhecido como eutrofização, que é sentido pela intensa proliferação de algas.

O Tratamento terciário tem por objetivo reduzir as concentrações de Nitrogênio e Fósforo, e é, geralmente fundamentado em processos biológicos realizados em duas fases subseqüentes denominadas nitrificação e desnitrificação. A remoção de fósforo também pode ser efetuada através de tratamento químico, com sulfato de alumínio, por exemplo. O tratamento

terciário também produz lodo, que deve ser adensado, digerido, secado e disposto corretamente.

Na ETE – Potecas adota-se o tratamento com Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa. O sistema funciona em série com uma lagoa anaeróbia seguida de três lagoas facultativas chicanadas. A lagoa anaeróbia possui uma superfície triangular de 72.972 metros quadrados com profundidades úteis médias de 2,60 metros junto aos diques, 3,30 metros na área restante e a alimentação do esgoto bruto é feita na extensão do triângulo através de um canal. Tem como objetivo minimizar ao máximo a presença de oxigênio para que a estabilização da matéria orgânica ocorra estritamente em condições anaeróbias.

As lagoas facultativas possuem profundidades de 1,70 metro, com cortinas para direcionamento de fluxo. Neste tipo de lagoa ocorrem dois tipos de processos distintos: anaeróbios e aeróbios. Na região superficial ocorrem processos fotossintéticos realizados pelas algas onde há liberação de oxigênio no meio, favorecendo o processo aeróbio e, no fundo quando a matéria orgânica tende a sedimentar ocorrem processos anaeróbios.

O uso de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa (sistema australiano) é uma das melhores soluções técnicas que existem e também é uma das mais econômicas, quando se dispõe de área adequada e de baixo custo.

Na primeira lagoa ocorre a retenção e a digestão anaeróbia do material sedimentável e na segunda ocorre a degradação dos contaminantes solúveis e contidos em partículas suspensas muito pequenas. O lodo retido e digerido na primeira lagoa tem de ser removido em intervalos que geralmente variam de 2 a 5 anos.

Os parâmetros para o lançamento de efluentes devem estar de acordo com o CONAMA (Resolução nº 357, de 17 de março de 2005) e o MPSC (Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981) que prevê a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Os resultados obtidos através das análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras das ETEs (Insular e Potecas) estão descritos nos Monitoramentos de 2008 (Anexos 1 e 2, respectivamente).

A Figura 6 (Anexos 1 e 2) apresenta os valores de temperatura registrados no período de janeiro a outubro de 2008 nas ETEs (Insular e Potecas).

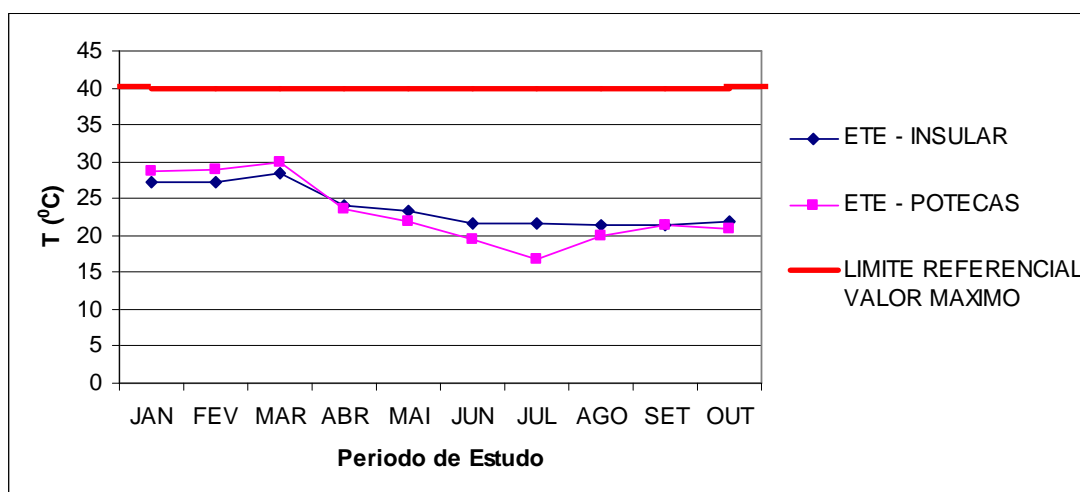


Figura 6. Valores de Temperatura de saída nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

A temperatura nas ETEs (Insular e Potecas) no período estudado atingiu valores médios de 23,8 e 23,5 °C para ETE – Insular e ETE – Potecas, respectivamente. É importante registrar esses valores devido a grande variação. As amostras de janeiro, fevereiro e março apresentaram valores acima de 25 °C devido a serem as amostras referentes aos meses mais quentes dentre o período estudado.

A Figura 7 apresenta os valores de pH nas ETEs (Insular e Potecas).

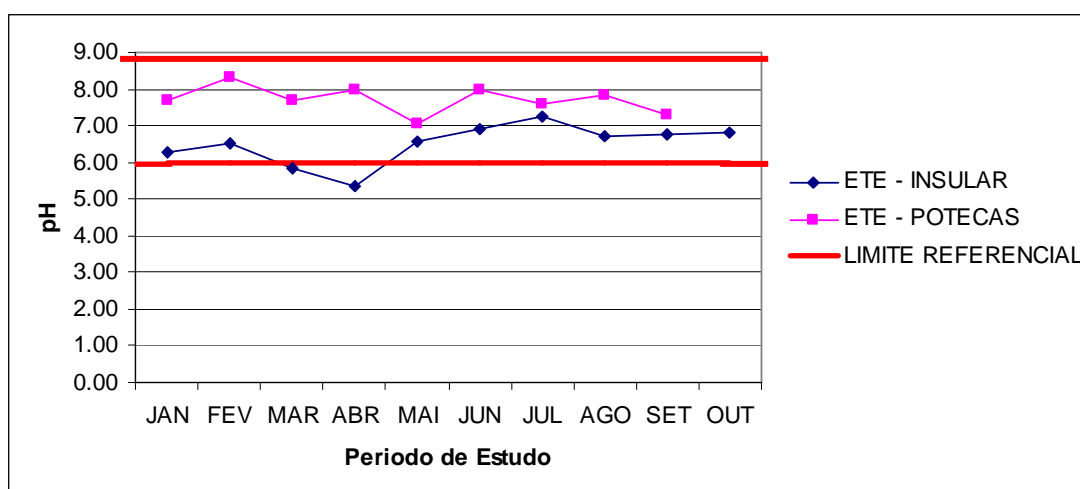


Figura 7. Valores de pH nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Este parâmetro, além de afetar diretamente a solubilidade de muitos compostos e as taxas de crescimento dos microorganismos é um fator importante principalmente na lagoa anaeróbia, pois pode causar maus odores.

O pH na ETE – Insular manteve-se em média 6,5 com todas as amostras dentro dos padrões impostos exceto as amostras dos meses de março (5,84) e abril (5,34) que se encontraram fora do limite referencial do CONAMA, como consta na figura 7 e anexo 1. Estes baixos valores de pH ocorreram devido a uma forte nitrificação no tanque de aeração.

Para a ETE – Potecas, observou-se que o comportamento do pH, conforme a Figura 6, não sofreu variações significativas, sendo próximo a neutralidade, ou seja, dentro dos limites exigidos pela Resolução 357 do CONAMA e Decreto 14250 - MPSC em todos os meses de estudo resultando média de 7,71. (Fig. 7 e Anexo 2)

A Figura 8 apresenta os valores da Alcalinidade Total nas ETEs (Insular e Potecas).

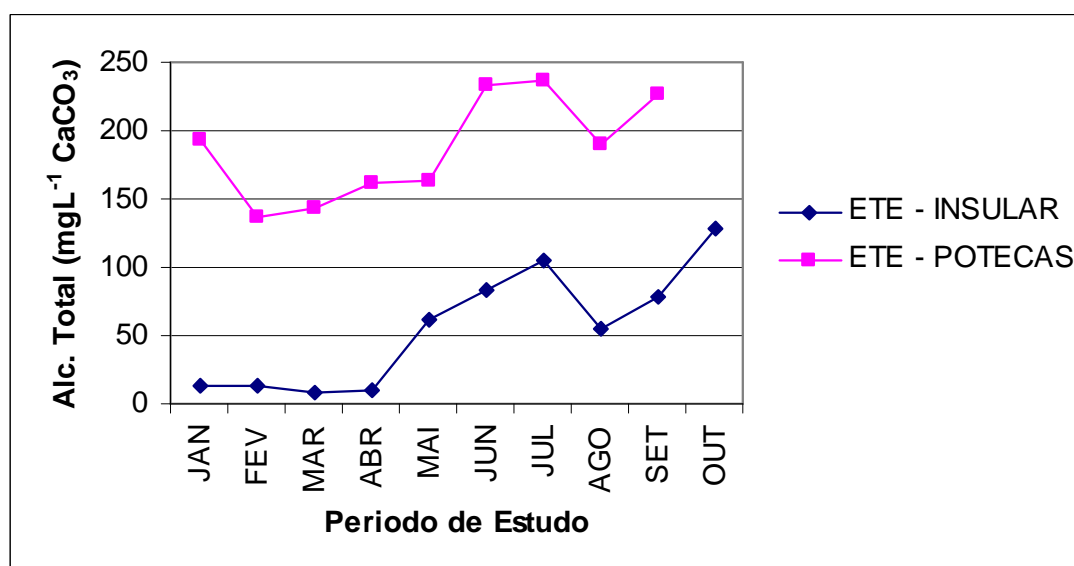


Figura 8. Comportamento da Alcalinidade Total nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

A alcalinidade é um importante parâmetro no controle do pH, pois valores inferiores a $50 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$ o tanque de aeração ficaria em perigo de sofrer autodestruição bacteriana.

Da mesma forma que foram constatados menores valores de pH para a ETE – Insular. Os valores de alcalinidade seguem o mesmo comportamento. O valor médio de alcalinidade foi menor para ETE – Insular (55,54) do que para ETE – Potecas (187,1). (Fig. 8 e Anexos 1 e 2)

A Figura 9 apresenta a variação da concentração de Oxigênio Dissolvido nas ETEs (Insular e Potecas).

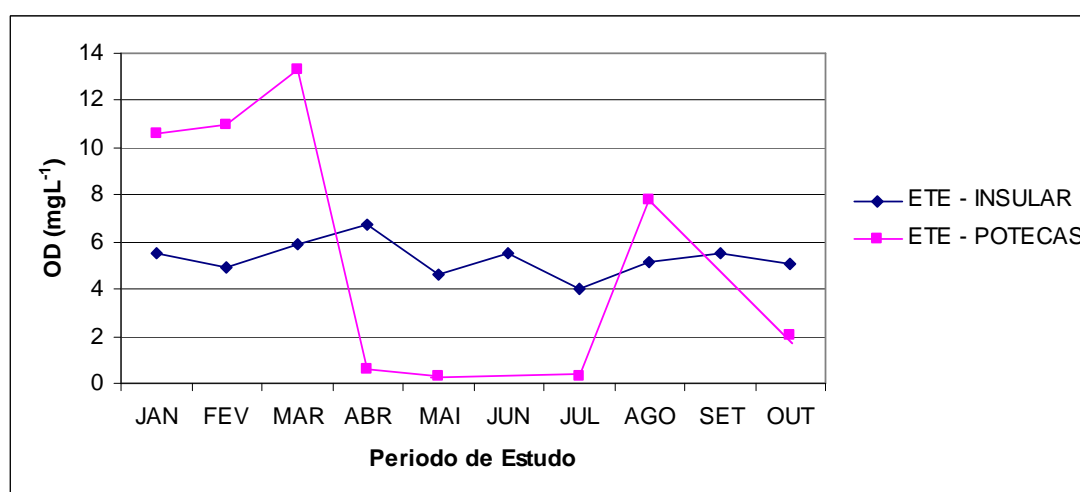


Figura 9. Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

O Oxigênio Dissolvido, principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, avalia o efeito de despejos oxidáveis (de origem orgânica) no recurso hídrico, serve como indicador das condições de vida na água. (MACEDO, 2001)

Os valores de Oxigênio Dissolvido (Fig. 9 e Anexos 1 e 2) apresentaram-se uniformes nos meses de estudo, com valor médio de $5,30 \text{ mgL}^{-1}$ para ETE – Insular e $5,74 \text{ mgL}^{-1}$ para ETE – Potecas. Nesta estação as amostras abril, maio, e julho ficaram com valores muito baixos, fora dos padrões normais devido a ação das bactérias ferruginosas pois estas consomem oxigênio ao se reproduzirem. Isto é favorecido no inverno.

A Figura 10 apresenta a variação da concentração de Cloretos nas ETEs (Insular e Potecas).

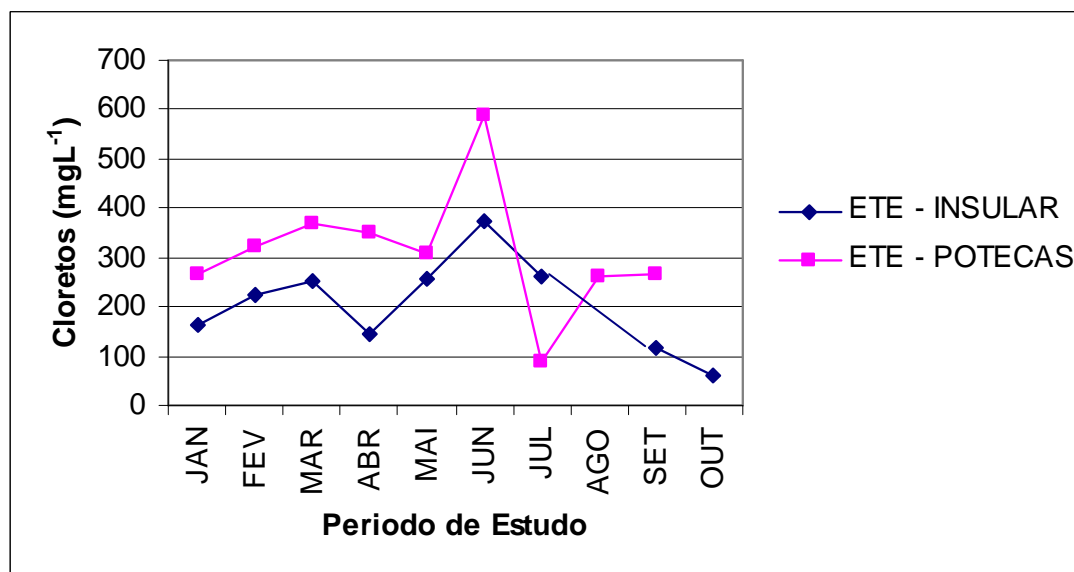


Figura 10. Variação da concentração de Cloretos nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Os cloretos podem ser usados como indicadores de poluição por esgoto sanitário, pois na urina dos seres humanos contem sal. Os valores de cloretos para ETE – Insular não foram constantes com valor mínimo de 58,9 mgL⁻¹ em outubro e máximo de 372,5 mgL⁻¹ em junho. (Fig. 10 e Anexo 1) Quando a maré sobe, infiltra os poços de vistoria ou extravasores de elevatórias afetando a concentração de cloretos.

Na Legislação do CONAMA, não há restrição de cloretos para o lançamento de efluentes tratados em corpos receptores.

A Figura 11 apresenta a variação da concentração da Turbidez nas ETEs (Insular e Potecas).

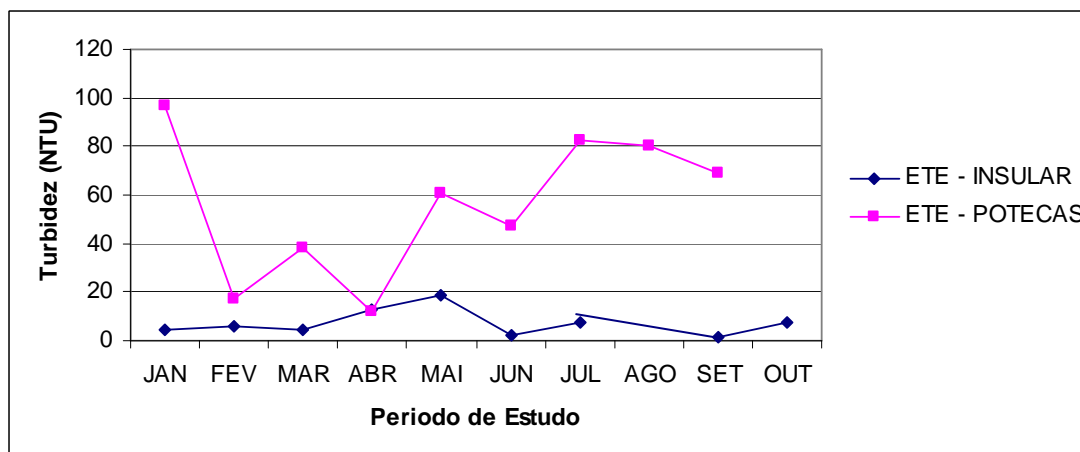


Figura 11. Variação da Concentração da Turbidez nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

O efluente da ETE – Potecas apresentou-se mais turvo do que o da ETE – Insular. Os valores médios foram de 56,0 e 7,3 NTU (unidades nefelométricas), respectivamente. Estes valores de turbidez podem ser relacionados com a forma de seu constituinte responsável, que são os sólidos suspensos (Anexo 1).

A Figura 12 apresenta os valores da concentração de DBO nas ETEs (Insular e Potecas).

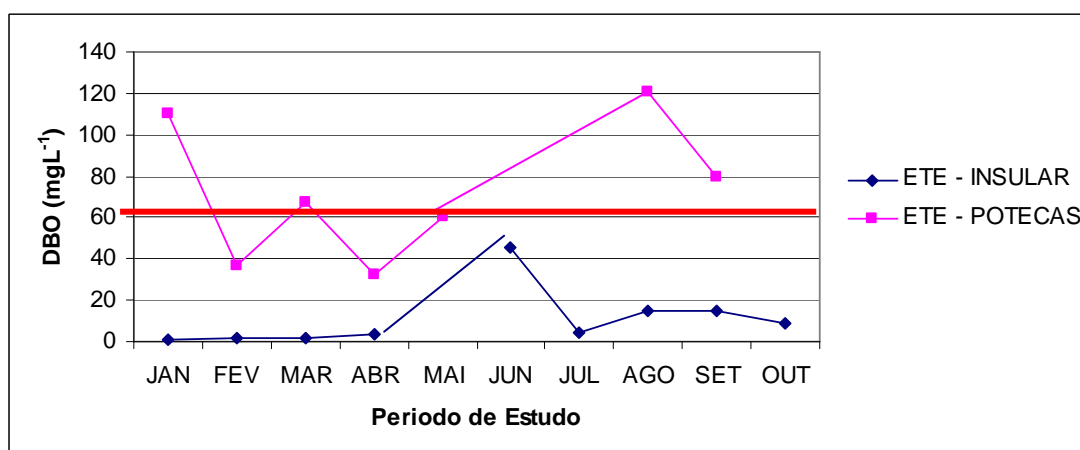


Figura 12. Variação da concentração da DBO nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Para a ETE – Insular, o comportamento da DBO no período de estudo, apresentou-se dentro dos valores aceitos pelo CONAMA que é de 60 mgL⁻¹ e

o seu valor médio foi de $10,6 \text{ mgL}^{-1}$ com 96% de eficiência. Ao contrário, na ETE – Potecas, onde o valor médio foi de $72,5 \text{ mgL}^{-1}$, as amostras dos meses de janeiro, março, agosto e setembro ficaram fora dos padrões estabelecidos pelo CONAMA mas atingiram eficiência média de 69%, valor próximo ao recomendado pelo MPSC 1981. Esta diferença pode ser explicada pelo Sistema de Aeração prolongada ser mais eficiente que o Sistema Australiano.

A Figura 13 apresenta a variação da concentração da DQO nas ETEs (Insular e Potecas).

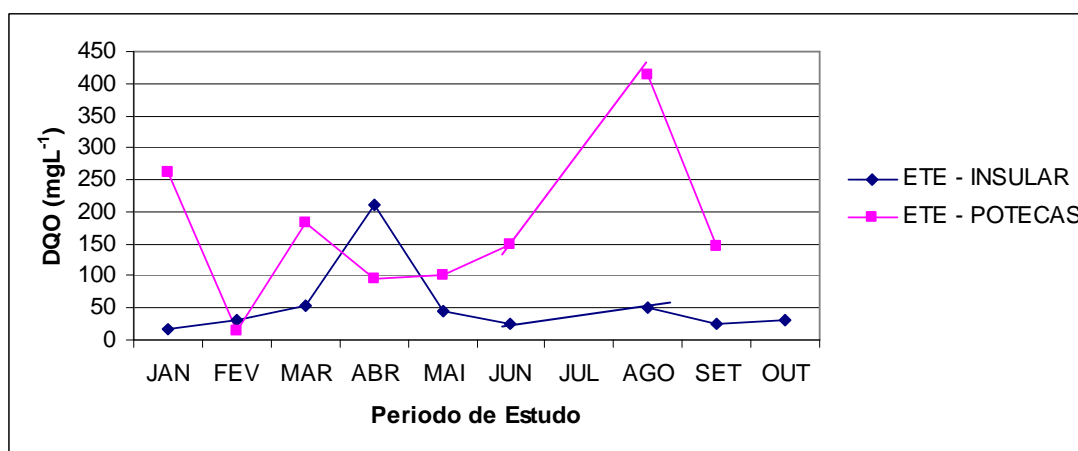


Figura 13. Variação da Concentração da DQO nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

O valor da DQO é sempre maior que o a DBO, devido à oxidação química decompor a matéria orgânica não biodegradável.

A variação da Concentração da DQO mostrou bons resultados para a maioria das amostras nas duas estações estudadas. O valor médio foi de 54,8 para a ETE – Insular e 170,3 para a ETE – Potecas.

Na Resolução nº 357 – CONAMA não há restrição quanto aos valores da Demanda Química de Oxigênio.

A Figura 14 apresenta a variação da Concentração de Coliformes Totais nas ETEs (Insular e Potecas).

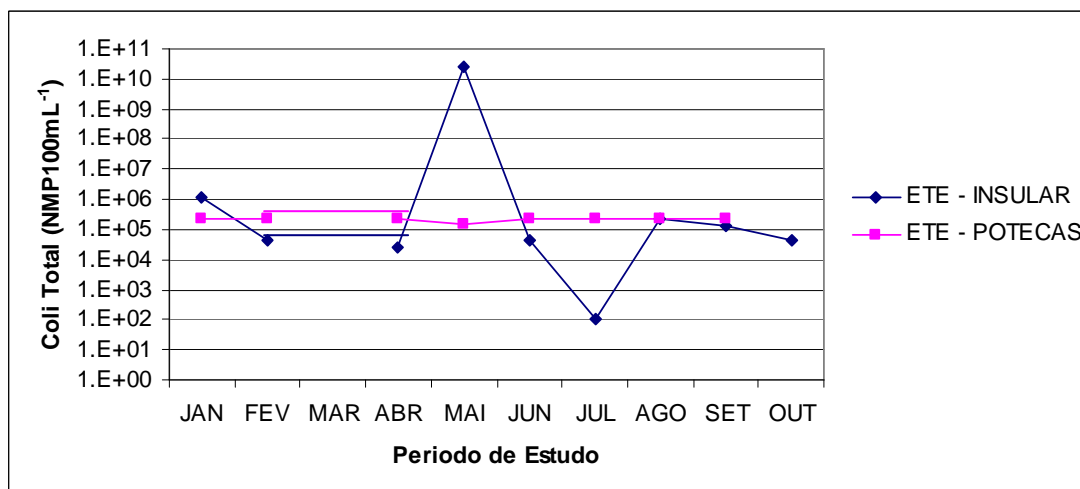


Figura 14. Variação da concentração de Coliformes Totais nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Os coliformes são os melhores indicadores da presença de bactérias patogênicas na água, pois são excretadas pelas fezes em grande quantidade. Juntamente com a excreção humana, podem estar contidos microorganismos patogênicos de pessoas doentes ou portadores, assim causando doenças.

Os valores médios de coliformes totais nas ETE – Insular e ETE – Potecas foram de $2,67.10^9$ e $2,27.10^5$ NMP/100mL⁻¹, respectivamente. A amostra relativa ao mês de maio apresentou valor acima do normal de $2,4.10^{10}$ NMP/100mL⁻¹ para a ETE – Insular (Anexo 1).

A Figura 15 apresenta os valores de concentração de E. Coli nas ETEs (Insular e Potecas) no período de janeiro a outubro de 2008.

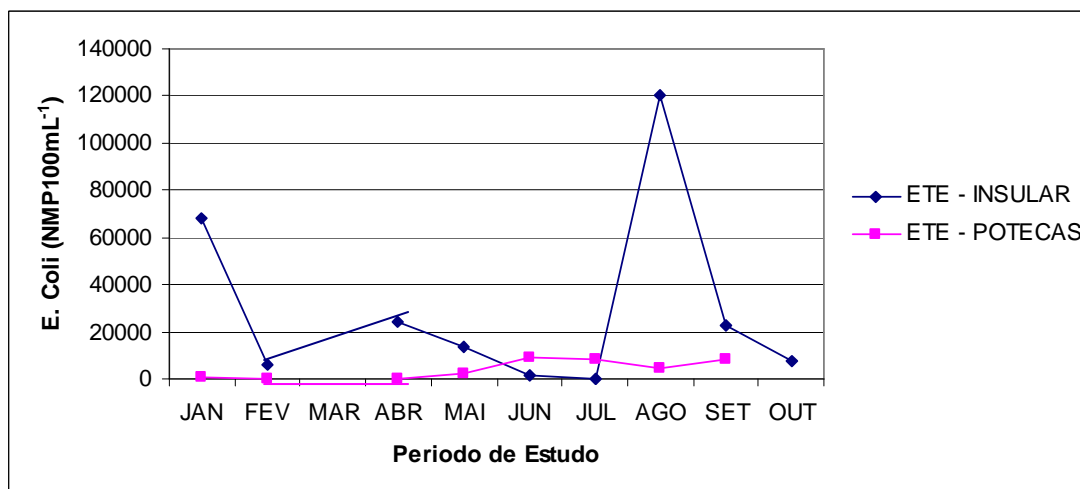


Figura 15. Variação da concentração de E. Coli nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Os resultados de E. Coli para as ETEs Insular e Potecas mostraram-se inferiores a 2.10^4 NMP/100mL⁻¹ com exceção das amostras dos meses janeiro e agosto na ETE – Insular (Fig. 15). Essas amostras apresentaram valores divergentes das demais devido a testes de cloração (desinfecção) realizadas na ETE durante este ano. A ETE – Potecas, por sua vez, teve 9.10^3 NMP/100mL⁻¹ como maior valor (amostra referente ao mês de junho, Anexo 2)

A Figura 16 apresenta a variação da Concentração de Nitrogênio Amoniacal nas ETEs (Insular e Potecas).

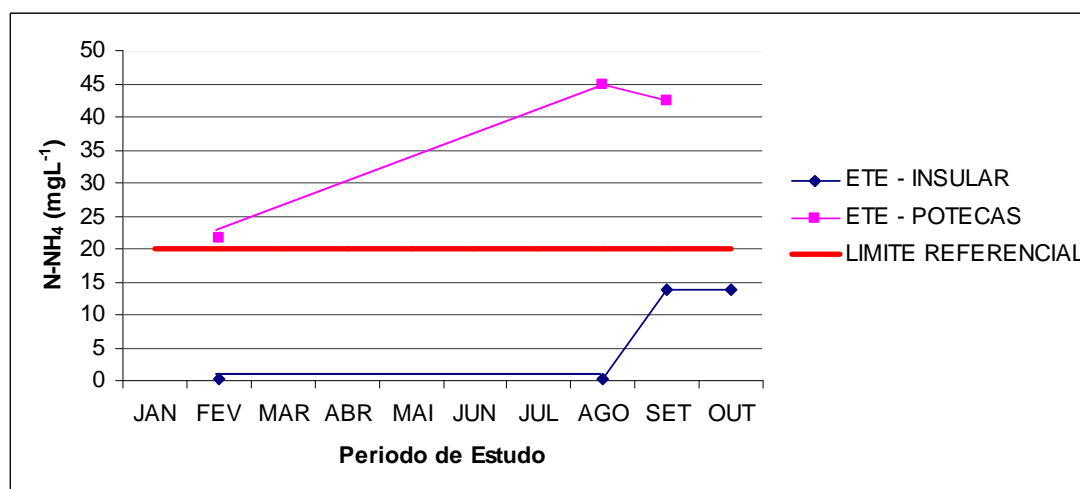


Figura 16. Variação da concentração de Nitrogênio Amoniacal nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

A amônia existe em solução tanto na forma de íon (NH_4^+) como na forma livre, não ionizada (NH_3). A distribuição relativa assume a seguinte forma em solução em função dos valores do pH.

pH < 8 → praticamente toda a amônia na forma de NH_4^+

pH = 9,5 → aproximadamente 50% de NH_3 e 50% de NH_4^+

pH > 11 → praticamente toda a amônia na forma de NH_3

O nitrogênio presente no esgoto fresco está quase todo combinado sob a forma de proteína e uréia, com a oxidação biológica das bactérias transformam o nitrogênio presente em amônia. Por tanto, a presença de amônia em corpos de água indica que a poluição é recente, sendo tóxico para a vida aquática.

Em virtude da escassez de reagente, (atraso no processo licitatório) apenas três amostras de N- NH_4 da ETE – Potecas e quatro da ETE – Insular foram analisadas nesse período. Na ETE – Insular (Anexo 1), os valores obtidos ficaram dentro dos padrões do CONAMA e MPSC (20 mgL^{-1}), por outro lado, as amostras da ETE – Potecas situaram-se acima do permitido. (Anexo 2) Atualmente, este critério está suspenso pelo CONAMA.

Na Figura 17, a variação da Concentração de concentração de Nitrito nas ETEs (Insular e Potecas).

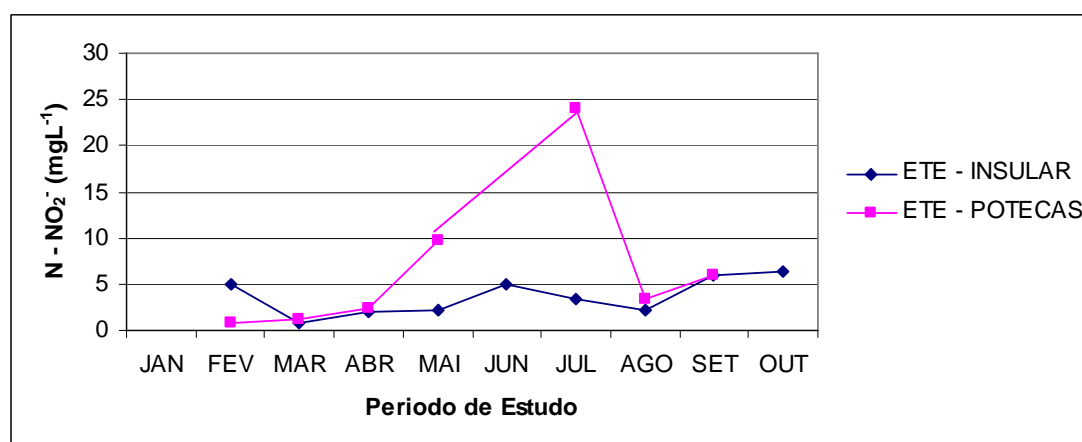


Figura 17. Variação da Concentração de Nitrito nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

A presença de nitrito em águas indica estágio intermediário de poluição, pois o nitrogênio presente no esgoto é convertido primeiramente em amônia, em seguida a nitrito.

A amostra do mês de julho (24 mgL^{-1}) na ETE – Potecas apresentou alta concentração de nitrito isto se deve a alteração do metabolismo das bactérias/algas nas lagoas, ou seja, influência climática.

A Figura 18 apresenta a variação da concentração de Nitrato nas ETEs (Insular e Potecas).

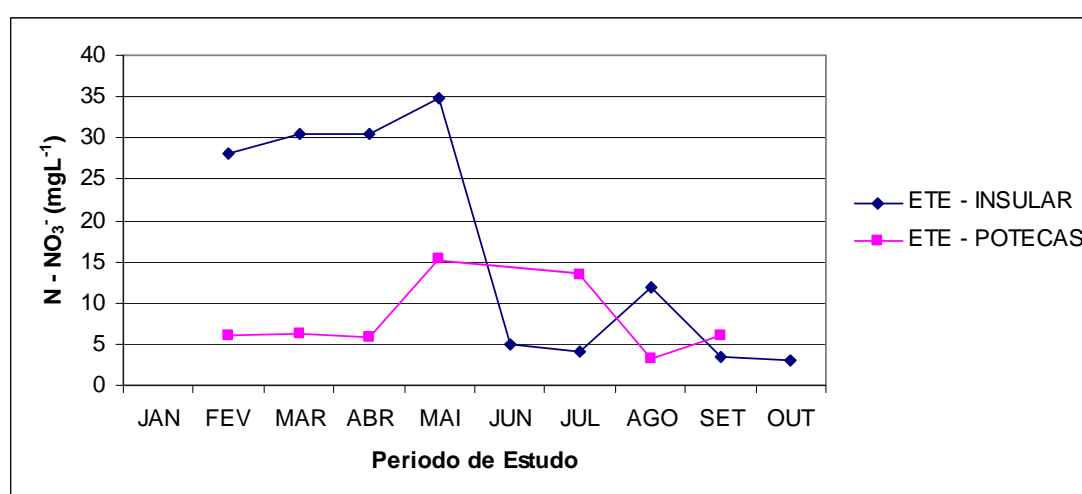
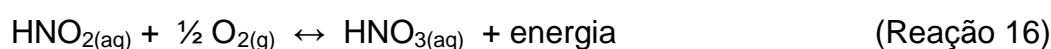
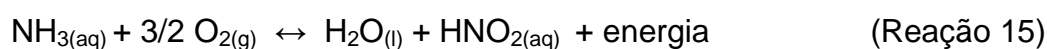


Figura 18. Variação da Concentração de Nitrato nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

O nitrato é o produto final da oxidação da amônia, logo, praticamente ausente no esgoto bruto. Sua presença na Estação de Tratamento de Esgoto indica um processo de nitrificação, ou seja, conversão da amônia a nitrito e este a nitrato (Reações 15 e 16), causando um consumo de oxigênio dissolvido e alcalinidade (redução da resistência a variações do pH).



Elevadas concentrações de nitrato em lagos ou represas podem causar um fenômeno chamado de Eutrofização, isto é, crescimento exagerado de algas e bactérias, pois nutrientes como nitrato e fosfato são indispensáveis para seu desenvolvimento. Outro processo que ocorrer, é a Desnitrificação, ou seja, o nitrato é reduzido a nitrogênio gasoso.



No mês de maio, conforma mostra a Figura 25, as análises de nitrato foram suspensas, devido ao gasto dispendioso de reagentes, sendo que, baseando-se em análises anteriores, a concentração média deste composto nos corpos receptores era entre 4 a 6 mg . L⁻¹.

Quanto a emissão de efluentes nos corpos receptores com presença de nitrato, na Legislação do CONAMA não há especificações.

Variação da Concentração de Nitrato nas ETE - Insular ao longo do período de estudo revelou que as amostras dos meses de fevereiro (28,2 mgL⁻¹), março (30,5 mgL⁻¹) e abril (30,4 mgL⁻¹) resultaram em altos valores se comparados aos demais. O valor médio foi de 16,8 mgL⁻¹.

As amostras de ETE – Potecas mantiveram-se entre 2,4 e 15,4 mgL⁻¹ com valor médio de 8,3 mgL⁻¹.

A Figura 19 apresenta a variação da concentração de Nitrogênio Total nas ETEs (Insular e Potecas).

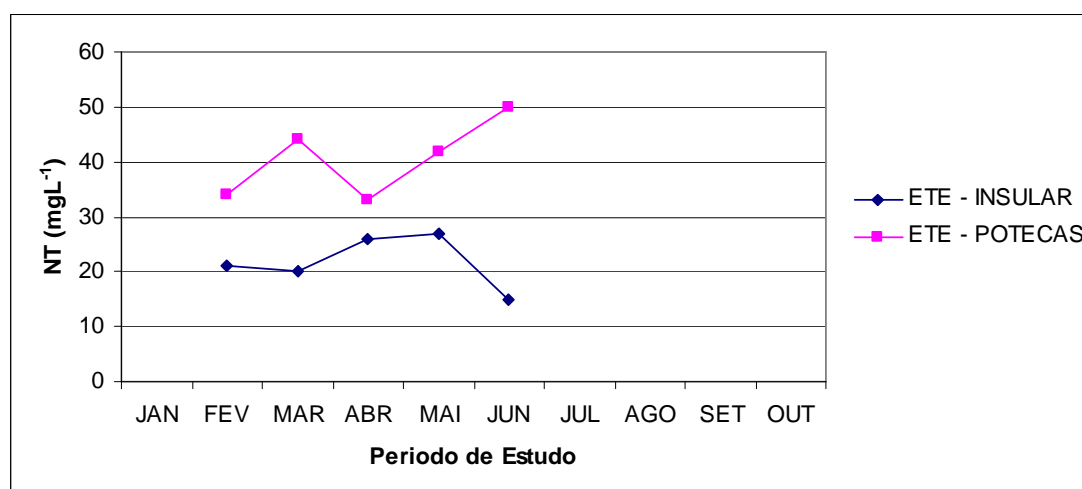


Figura 19. Variação da Concentração de Nitrogênio Total nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

No esgoto bruto, as formas predominantes de nitrogênio são: amônia e nitrogênio orgânico. Estes dois, juntamente, são denominados de Nitrogênio Total Kjeldhal. Então:

$$\text{NTK} = \text{amônia} + \text{nitrogênio orgânico}$$

O nitrogênio total corresponde a nitrito, nitrato, nitrogênio orgânico e amônia:

$$\text{NT} = \text{NTK} + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$$

Nas duas ETEs estudadas, os valores médios para a análise de Nitrogênio Total (Anexos 1 e 2) foram de $21,8 \text{ mgL}^{-1}$ e $40,6 \text{ mgL}^{-1}$, respectivamente.

A Figura 20 apresenta a variação da concentração de Fosfato nas ETEs (Insular e Potecas).

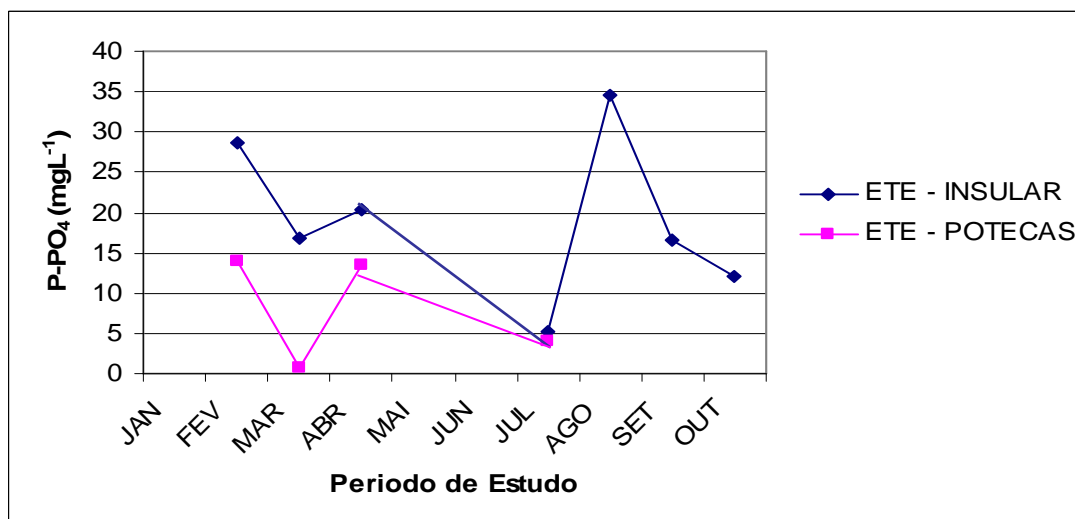


Figura 20. Variação da concentração de Fosfato nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

A forma predominante de fósforo no esgoto bruto é HPO_4^{-2} , pelo fato do valor de pH ser na faixa de 7. Este ortofosfato está presente em detergentes e fertilizantes.

O fósforo é essencial para o crescimento dos microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Mas, em altas concentrações nos corpos receptores o fósforo (fosfato) juntamente com o nitrogênio (nitrato) podem causar o crescimento dos microorganismos autotróficos (eutrofização).

Os resultados de fosfato (Anexos 1) apresentaram-se bastante variável na ETE – Insular, com valor mínimo de 5,1 e máximo de 34,5 mgL^{-1} . A média para esta ETE foi de 19,1 mgL^{-1} . No caso da ETE – Potecas, somente quatro amostras foram analisadas. Nos meses fevereiro, março, abril e julho, a média encontrada foi de 8,1 mgL^{-1} . (Anexo 2)

Segundo a Resolução nº. 357 – CONAMA, para o fósforo não há especificação.

A Figura 21 apresenta a variação da concentração de Fósforo Total nas ETEs (Insular e Potecas).

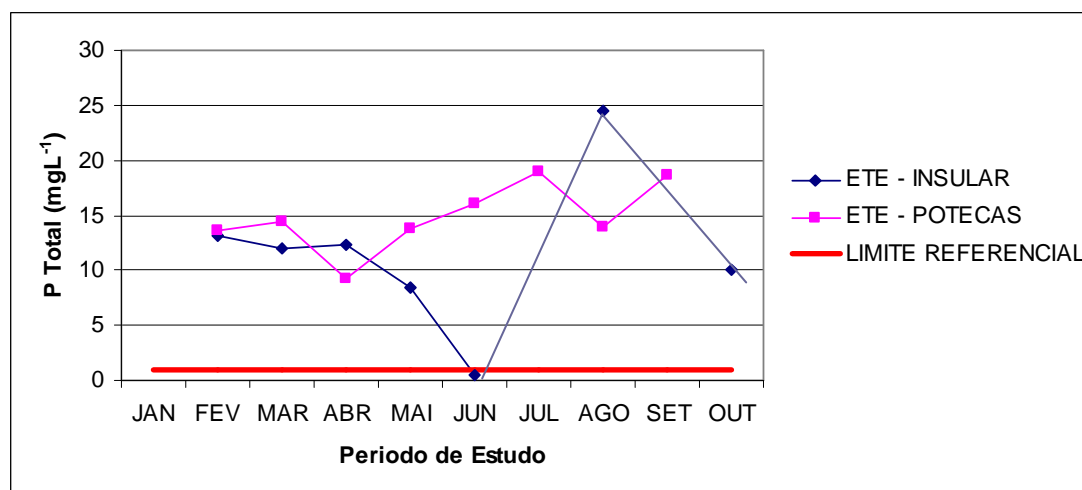


Figura 21. Variação da Concentração de Fósforo Total nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

As concentrações de fósforo total nas duas estações não apresentaram bons resultados, com exceção da amostra do mês de junho

($0,5 \text{ mgL}^{-1}$) na ETE – Insular pois o valor limite permitido pelo CONAMA e MPSC é de 1 mgL^{-1} . O valor médio calculado foi de $11,6 \text{ mgL}^{-1}$ para a ETE – Insular e $14,8 \text{ mgL}^{-1}$ para a ETE – Potecas.

Este é um parâmetro difícil de atingir o valor da legislação, pois o fósforo não muda de fase como os componentes da série nitrogenada, seria necessário um tratamento terciário, caro e trabalhoso para conseguir estes valores, tais como, precipitação, coagulação, adsorção, membranas e etc...

A Figura 22 apresenta a variação da concentração de Sulfeto nas ETEs (Insular e Potecas).

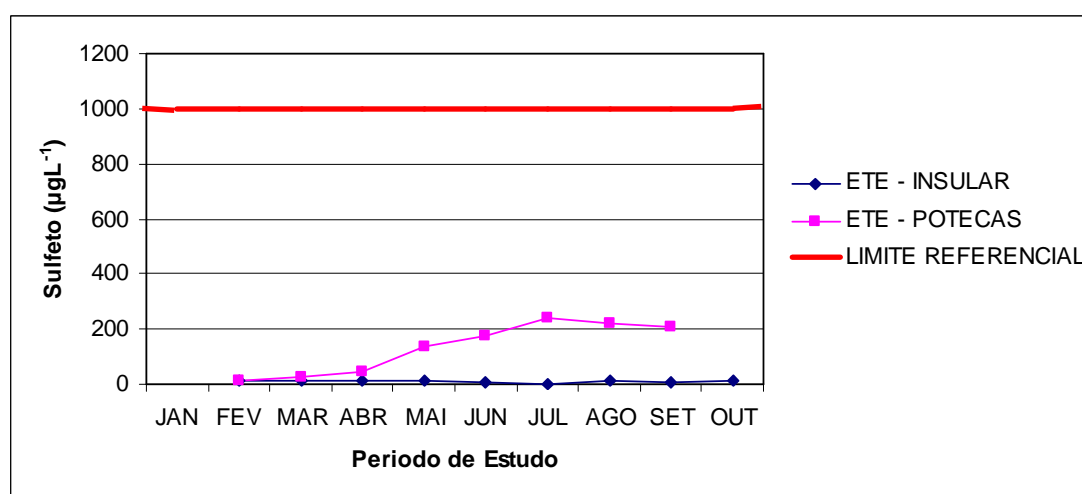


Figura 22. Variação da Concentração de Sulfeto nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Algumas bactérias anaeróbias degradam as proteínas e aminoácidos naturalmente presentes nos esgotos. Estes compostos orgânicos geralmente apresentam radicais de enxofre em sua molécula, que são os formadores de gases como o H_2S (sulfeto de hidrogênio), que fica dissolvido no esgoto.

O odor desagradável do esgoto bruto é originado pela decomposição anaeróbia que resulta sulfeto de hidrogênio e outros gases nas formas altamente reduzidas, como metanotiol (CH_3SH) e sulfeto de dimetila (CH_3SCH_3).

Nas duas ETEs as amostras apresentaram todos os valores dentro dos limites permitidos pelo CONAMA e MPSC. As concentrações de sulfeto na ETE – Insular, apresentaram um valor máximo de $15 \mu\text{gL}^{-1}$ na amostra de

agosto, ao passo que na ETE – Potecas foi na amostra de julho ($241 \mu\text{gL}^{-1}$). As médias foram de $11,9 \mu$ para ETE – Insular e $133,2 \mu$ para ETE – Potecas.

A Figura 23 apresenta a variação da concentração de Sulfato nas ETEs (Insular e Potecas).

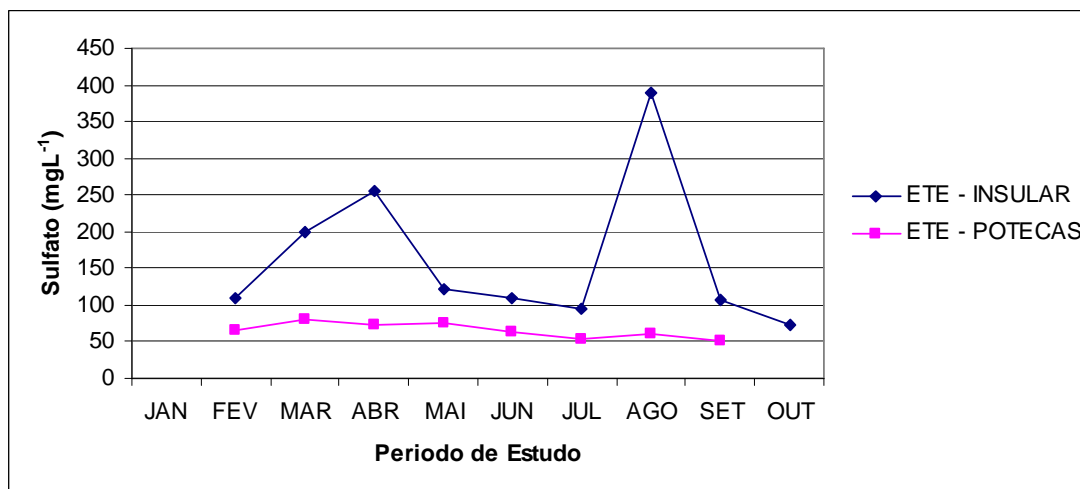


Figura 23. Variação da Concentração de Sulfato nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

O sulfeto dissolvido na água pode ser oxidado por determinadas bactérias até enxofre elementar, ou se a oxidação é completa, até sulfato (Reação 17).



Além do cloreto de sódio, o sulfato também está presente em grande quantidade na água do mar. O CONAMA não impõe condição para a quantidade de sulfato no lançamento de efluente tratado em corpos receptores.

Na ETE – Insular, o valor médio foi de $161,8 \text{ mgL}^{-1}$, porém a ETE – Potecas foi mais eficiente ao apresentar valor médio de $65,3 \text{ mgL}^{-1}$.

A Figura 24 apresenta a variação da concentração de Sólidos Totais nas ETEs (Insular e Potecas).

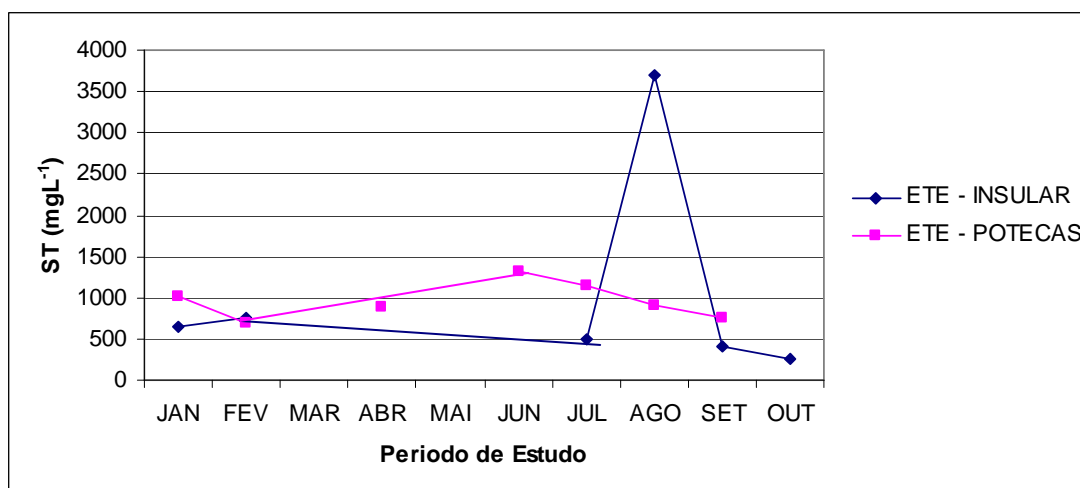


Figura 24. Variação da Concentração dos Sólidos Totais nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

A concentração de Sólidos Totais foi em média de 1045,8 mgL⁻¹ (ETE – Insular), com exceção do valor de agosto, e 964,2 mgL⁻¹ (ETE – Potecas).

A Figura 25 apresenta a variação da concentração de Sólidos Suspensos nas ETEs (Insular e Potecas).

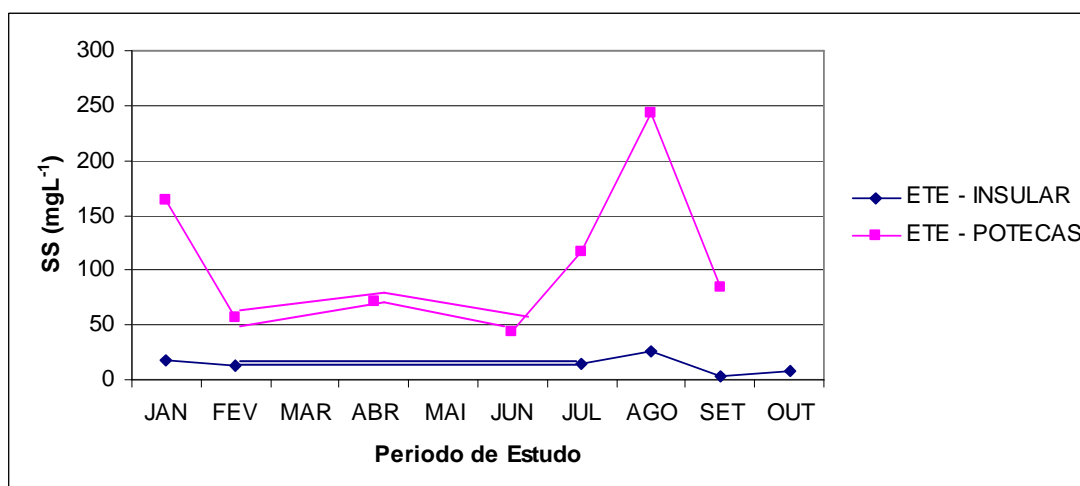


Figura 25. Variação da Concentração dos Sólidos Suspensos nas ETEs (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Na ETE – Insular, os resultados de concentração de Sólidos Suspensos mantiveram-se abaixo de 26 mgL⁻¹, e valor médio de 13,7 mgL⁻¹. Ao contrário, na ETE – Potecas, os resultados não foram tão eficientes pois variaram entre 44 e 244 mgL⁻¹, com média de 97,5 mgL⁻¹.

A Figura 26 apresenta a variação da concentração de Sólidos Sedimentáveis nas ETEs (Insular e Potecas).

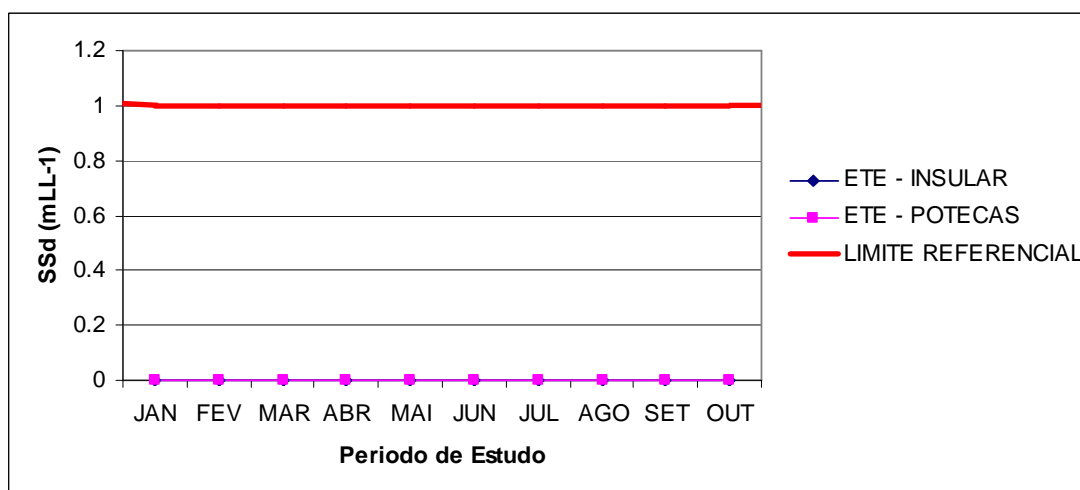


Figura 26. Variação da Concentração dos Sólidos Sedimentáveis nas ETES (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Os valores de Sólidos Sedimentáveis atenderam as exigências do CONAMA e MPSC pois tanto na ETE – Insular quanto na ETE – Potecas se mantiveram nulos enquanto o valor máximo permitido é de 1 mL⁻¹.

A Figura 27 apresenta a variação da concentração de Sólidos Dissolvidos nas ETEs (Insular e Potecas).

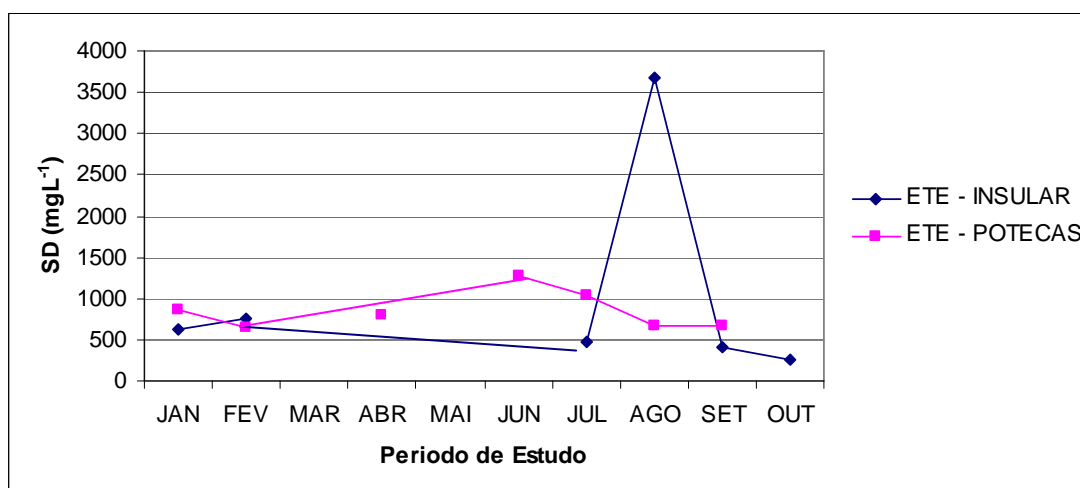


Figura 27. Variação da Concentração dos Sólidos Dissolvidos nas ETES (Insular e Potecas) ao longo do Período de Estudo em 2008.

Os valores de Sólidos Dissolvidos na ETE – Insular mantiveram-se em torno de 500 mgL^{-1} , com exceção da amostra do mês de agosto com um valor muito acima da média de 3668 mgL^{-1} (Anexo 1). No caso da ETE – Potecas (Anexo 2) os valores apresentaram pouca variação e média de $853,4 \text{ mgL}^{-1}$.

7 Conclusões

De modo geral, as estações monitoradas no período de janeiro a outubro de 2008 revelaram resultados satisfatórios nas análises de DBO, parâmetro essencial para aferir a eficiência de uma estação de tratamento de esgoto. A porcentagem de remoção foi, em média, de 96% para a ETE – Insular e 69% para a ETE – Potecas, sendo que o valor recomendado pelo CONAMA e PMSC é de 80%.

As análises de pH, nitrogênio amoniacal, sulfeto e sólidos sedimentáveis também se enquadram nas exigências feitas por estes órgãos de fiscalização. Ao contrário, as concentrações de nitrogênio e fósforo total, nas ETEs estudadas, finalizaram divergindo dos valores limites, bem como as concentrações de E. Coli e Coli Total (parâmetros bacteriológicos) que permaneceram elevadas quando lançados nos corpos receptores. Problemas estes que intensificam a necessidade da existência de um tratamento terciário na ETE – Insular e a retirada de lodo na ETE – Potecas.

O saneamento básico enfrenta imensos obstáculos de origem educacional, cultural, política, financeira, etc. Todavia, nem tudo está abandonado ao caos. Com muitas dificuldades, alguns setores da sociedade têm se preocupado com a deterioração do meio ambiente e, conseqüentemente, com a qualidade de vida.

8 Referências Bibliográficas

APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. APHA-AWWA-WEF. NY, 2005.

AZEVEDO NETTO, J. M.; PERA, F. A.; VICTORETTI, A. B.; ORTEGA, C.; RODRIGUES, C. M. J.; HESS, L. M.; BRANCO, M. S. Lagoas de estabilização. 2ªed. São Paulo, CETESB, 1975, 241p.

BACCAN N. e ANDRADE, J.C., Química Analítica Quantitativa Elementar, 3ª ed., Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 2001

BAIRD, Colin. Química ambiental, 2ª ed., Editora Bookman, PoA, 2004.

BITTON, G. Wastewater Microbiology. Ed. Wiley – Liss, 1994. 478p.

BRAGA, B *et al.* Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Ed. Prentice Hall do Brasil, 2002, 318 p.

BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 2ed. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978, 620 p.

COLLEY, D. R. J.; DONNISON, A. M.; SPEED, D. J.; ROSS, C. M.; NAGELS, J. W. Inactivation of faecal indicator micro-organisms in waste stabilisation ponds: interactions of environmental factors with sunlight. Wat. Res. Vol. 33, No. 5, pp. 1220±1230, 1999.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução 357/05. Dispõe da classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, 2005. www.cetesb.sp.gov.br acesso, 6 de maio de 2008.

GUIMARÃES, José Roberto e NOUR, Edson Aparecido Abdul, Tratando nossos esgotos - QNEsc 01, maio 2001 - Química Ambiental - p.10.

JEFFERY, G. M., DENNEY, R. C., BASSET, J., MENDHAM, J., Análise Inorgânica Quantitativa, 4ª ed., Ed. Guanabara, Rio de Janeiro, 1981.

JORDÃO, E. P. e PESSOA, C. A., Tratamento de Esgotos Domésticos, 3ª ed., ABES, Rio de Janeiro, 1995.

KONDO, Márcia M. e ROSA, Vinícius A. M., Protótipo de Reator Anaeróbico: Tratamento de Esgoto Doméstico, QNEsc26, novembro 2007 - p. 33

LUNA, Aderval S., Química Analítica Ambiental, Ed. UERJ, RJ, 2003.

MACEDO, J. A. B., Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas, 2ª ed., CRQ/MG, 2001.

MOTA, SUETÔNIO. Preservação e Conservação de Recursos Hídricos, 2ª ed., ABES, Rio de Janeiro, 1995.

OLIVEIRA, R. e SILVA, S. A., Manual de Análise Físico-Química de Águas de Abastecimento e Residuárias, Campina Grande – PB, 2001.

ROCHA, J. C., ROSA, A. H., CARDOSO, A. A., Introdução à Química Ambiental, Ed. Bookman, Porto Alegre, 2004.

www.casan.com.br acessado em 04 de março de 2008.

SKOOG, D.A., HOLLER, F. J., NIEMAN, T. A., Princípios de Análise Instrumental, 5ª ed., Ed. Bookman, Porto Alegre, 2002.

SPERLING, M. V., Introdução à Qualidade das águas e ao tratamento de Esgotos, v.1, 2ª ed., DESA/ UFMG, 1996.

Anexo 1. Monitoramento 2008 ETE – Insular (TAS)

Laboratório de Análises Físico-químicas e Hidrobiológicas
Monitoramento 2008 - ETE Insular - Lodo Ativado
Tanque de Água de Serviço - Efluente Final

Data	Hora da Coleta	Temperatura Ar	Chuva 24 Hs	pH	Alc. Total	OD	Clorofos	Turbidez	Cor	Cor	DBO	DQO	Coli Total	E. coli	N-NH ₄	N-NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻	NT	N-Hong	P PO ₄	P Total	Sulfeto	Sulfato	ST	SS	SSd	SD
	Ar	Amostra	Não		mg CaCO ₃ /mL	mgt	mgt	NTU	aparente (Hazen)		mgt	mgt	NMP/100 mL	NMP/100 mL	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	mgt	
7-Jan	10:43	29,0	27,2	6,30	12,6	5,51	164,0	4,8	Amar.	50	1,2	17,0	1,2E+06	6,8E+04	0,4	5,0	28,2	21,0	20,6	28,6	13,1	9	109,4	642	18,0	0,0	624
11-Fev	09:55	25,0	27,2	6,50	13,8	4,95	225,6	6,3	Amar.	40	1,8	32,0	4,4E+04	6,3E+03	0,7	30,5	20,0	-	16,8	12,0	23	199,0	-	-	-	-	-
10-Mar	09:32	28,0	28,4	5,84	7,7	5,93	251,0	4,8	Amar.	50	1,5	54,0	-	-	s/req	2,1	34,8	27,0	-	20,4	12,4	23	254,5	-	-	0,0	-
14-Abr	09:38	18,0	24,2	5,34	9,8	6,70	145,5	12,4	Amar.	50	3,1	212,0	2,4E+04	2,4E+04	s/req	2,0	30,4	26,0	-	-	8,5	10	120,6	-	-	0,0	-
5-Mai	10:10	27,0	23,4	6,59	61,9	4,60	254,5	19,1	Amar.	60	Prob.	44,9	2,4E+10	1,4E+04	s/req	2,1	34,8	27,0	-	-	0,5	7	109,8	-	-	0,0	-
4-Jun	10:10	21,0	21,6	6,90	83,8	5,51	372,5	1,9	Amar.	90	4,0	-	4,3E+04	1,7E+03	s/req	3,4	4,2	s/req	-	4,1	-	2	94,8	495	14,0	0,0	481
2-Jul	09:55	18,0	21,6	7,25	104,3	4,00	280,0	7,6	Amar.	90	4,0	-	1,0E+02	1,0E+02	s/req	3,4	4,2	s/req	-	34,5	24,5	15	389,0	3694	26,0	0,0	3668
6-Ago	10:18	20,0	21,3	6,71	54,2	5,16	-	-	-	-	15,0	51,3	2,4E+05	1,2E+05	0,4	2,1	11,8	s/req	-	34,5	24,5	15	389,0	3694	26,0	0,0	3668
10-Set	10:00	23,0	21,4	6,74	79,1	5,53	117,6	1,6	Amar.	50	15,0	25,3	1,3E+05	2,3E+04	13,7	6,0	3,5	s/req	-	16,5	-	6	108,0	418	3,6	0,0	414
8-Out	11:55	20,0	21,8	6,82	128,2	5,10	58,9	7,6	Amar.	50	9,0	30,9	4,1E+04	7,2E+03	20,6	6,4	3,0	s/req	-	12,0	10,1	12	72,1	266	8,0	0,0	258
MEDIA		32,8		6,5	55,5	5,3	206	7			11	55	2,67E+09	2940,0	8,70	3,50	16,8	21,80	20,6	19,10	11,6	11,9	161,8	1046	14	0	1032

Anexo 1. Monitoramento 2008 ETE – Insular (TAS)

Laboratório de Análises Físico-químicas e Hidrobiológicas
Monitoramento 2008 - ETE Insular - Lodo Ativado
Tanque de Água de Serviço - Efluente Final

Data	Hora da Coleta	Temperatura Ar	Chuva 24 Hs	pH	Alc. Total mg CaCO3/L	OD	Clorofos	Turbidez NTU	Cor aparente (Hazen)	Cor	DBO	DQO	Coli Total	E. Coli	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	NT	N-Nitrog	P	P	P	Sulfeto	Sulfato	ST	SS	SSd	SD
		Ar	Sim	Não		mL	m/L	m/L	m/L				m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L	m/L
7-Jan	10:43	29,0	27,2	6,30	12,6	5,51	164,0	4,8	Amar.	50	1,2	17,0	1,2E+06	6,3E+04	0,4	5,0	28,2	21,0	20,6	28,6	13,1	9	109,4	642	18,0	0,0	624	
11-Fev	09:55	25,0	27,2	6,50	13,8	4,95	225,6	6,3	Amar.	40	1,8	32,0	4,4E+04	6,3E+03	0,7	30,5	20,0	-	16,8	12,0	23	199,0	-	-	-	-	-	
10-Mar	09:32	28,0	28,4	5,84	7,7	5,93	251,0	4,8	Amar.	50	1,5	54,0	-	-	s/req	2,1	34,8	27,0	-	20,4	12,4	23	254,5	-	-	0,0	-	
14-Abr	09:38	18,0	24,2	5,34	9,8	6,70	145,5	12,4	Amar.	50	3,1	212,0	2,4E+04	2,4E+04	s/req	2,0	30,4	26,0	-	-	8,5	10	120,6	-	-	0,0	-	
5-Mai	10:10	27,0	23,4	6,59	61,9	4,60	254,5	19,1	Amar.	60	Prob.	44,9	2,4E+10	1,4E+04	s/req	2,1	34,8	27,0	-	-	0,5	7	109,8	-	-	0,0	-	
4-Jun	10:10	21,0	21,6	6,90	83,8	5,51	372,5	1,9	Amar.	90	4,0	-	4,3E+04	1,7E+03	s/req	3,4	4,2	s/req	-	4,1	-	2	94,8	495	14,0	0,0	481	
2-Jul	09:55	18,0	21,6	7,25	104,3	4,00	260,0	7,6	Amar.	90	4,0	-	1,0E+02	1,0E+02	s/req	3,4	4,2	s/req	-	34,5	24,5	15	389,0	3694	26,0	0,0	3668	
6-Ago	10:18	20,0	21,3	6,71	54,2	5,16	-	-	-	-	15,0	51,3	2,4E+05	1,2E+05	0,4	2,1	11,8	s/req	-	16,5	-	6	108,0	418	3,6	0,0	414	
10-Set	10:00	23,0	21,4	6,74	79,1	5,53	117,6	1,6	Amar.	50	15,0	25,3	1,3E+05	2,3E+04	13,7	6,0	3,5	s/req	-	12,0	10,1	12	72,1	266	8,0	0,0	258	
8-Out	11:55	20,0	21,8	6,82	128,2	5,10	58,9	7,6	Amar.	50	9,0	30,9	4,1E+04	7,2E+03	20,6	6,4	3,0	s/req	-	12,0	10,1	12	72,1	266	8,0	0,0	258	
MEDIA																												

Anexo 3. Percentuais de Remoção 2008 ETE – Insular – TAS

Laboratório de Análises de Esgoto
Monitoramento 2008 - ETE Potecas - Lagoas de Estabilização
DADOS PARA DIVULGAÇÃO

		PERCENTUAIS DE REMOÇÃO						
Data	Chuva (S/N)	DBO (%)	E. Coli (%)	N-NH ₄ (%)	NT (%)	P Total (%)	Sulfeto (%)	SSd (%)
9/jan	N	61,4	100,00	-	-	-	-	100,0
14/fev	S	83,9	100,00	41,6	32,0	36,0	79,1	100,0
4/mar	S	48,1	-	-	-	-	-	-
2/abr	N	89,0	100,00	-	41,1	53,3	85,9	-
16/abr	-	70,5	100,00	-	24,1	22,0	96,6	-
7/mai	N	66,7	100,00	-	14,3	17,9	67,9	-
24/jun	N	-	100,00	-	28,6	42,1	58,1	100,0
16/jul	N	-	100,00	-	-	25,8	50,3	-
28/ago	N	60,4	100,00	-	-	7,3	72,4	-
18/set	N	71,4	100,00	-	-	13,0	46,5	100,0
Média	-	69,0	100,00	41,6	28,0	27,2	69,6	100,0
REFERÊNCIA		80	-	-	-	-	-	-

Anexo 4. Percentuais de Remoção 2008 ETE – Potecas (LF₃)

Laboratório de Análises de Esgoto
Monitoramento 2008 - ETE Potecas - Lagoas de Estabilização
DADOS PARA DIVULGAÇÃO

		PERCENTUAIS DE REMOÇÃO						
Data	Chuva (S/N)	DBO (%)	E. Coli (%)	N-NH ₄ (%)	NT (%)	P Total (%)	Sulfeto (%)	SSd (%)
9/jan	N	61,4	100,00	-	-	-	-	100,0
14/fev	S	83,9	100,00	41,6	32,0	36,0	79,1	100,0
4/mar	S	48,1	-	-	-	-	-	-
2/abr	N	89,0	100,00	-	41,1	53,3	85,9	-
16/abr	-	70,5	100,00	-	24,1	22,0	96,6	-
7/mai	N	66,7	100,00	-	14,3	17,9	67,9	-
24/jun	N	-	100,00	-	28,6	42,1	58,1	100,0
16/jul	N	-	100,00	-	-	25,8	50,3	-
28/ago	N	60,4	100,00	-	-	7,3	72,4	-
18/set	N	71,4	100,00	-	-	13,0	46,5	100,0
Média	-	69,0	100,00	41,6	28,0	27,2	69,6	100,0
REFERÊNCIA		80	-	-	-	-	-	-

Anexo 5. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 – CONAMA



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

- o) Boro total 5,0 mg/l
- p) Estanho 4,0 mg/l
- q) Ferro+2 solúvel 15,0 mg/l
- r) Manganês+2 solúvel 1,0 mg/l
- s) Cianetos 0,2 mg/l
- t) Fenóis 0,2 mg/l
- u) Sulfatos 1,0 mg/l
- v) Fluoretos 10,0 mg/l
- w) Substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno 2,0 mg/l
- x) Compostos organofosforados e carbamatos 0,1 mg/l
- y) Sulfeto de carbono, tricloro etileno, clorofórmio, tetracloreto de carbono, dicloro etileno 1,0 mg/l
- z) Outros compostos organoclorados 0,05 mg/l

VIII - nos lançamentos em trechos de corpos de água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários, além dos itens anteriores, serão observados os limites máximos para as seguintes substâncias:

- a) Fósforo total 1,0 mg/l
- b) Nitrogênio total 10,0 mg/l
- c) Ferro total 15,0 mg/l

IX - tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejo infectados com microorganismos patogênicos, e forem lançados em águas destinadas à recreação primária e à irrigação, qualquer que seja o índice coliforme inicial;

X - a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo de água, todas as avaliações deverão ser feitas para as condições mais desfavoráveis;

XI - no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos de água;

XII - no cálculo das concentrações máxima permissíveis não serão consideradas vazões de efluentes líquidos obtidas através de diluição dos efluentes;

XIII - regime de lançamento contínuo de 24 h/dia com variação máxima de vazão de 50% de vazão horária média;

XIV - DBO 5 dias no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de água residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); e

XV - os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.

- o) Boro total 5,0 mg/l
- p) Estanho 4,0 mg/l
- q) Ferro+2 solúvel 15,0 mg/l
- r) Manganês+2 solúvel 1,0 mg/l
- s) Cianetos 0,2 mg/l
- t) Fenóis 0,2 mg/l
- u) Sulfatos 1,0 mg/l
- v) Fluoretos 10,0 mg/l
- w) Substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno 2,0 mg/l
- x) Compostos organofosforados e carbamatos 0,1 mg/l
- y) Sulfeto de carbono, tricloro etileno, clorofórmio, tetracloreto de carbono, dicloro etileno 1,0 mg/l
- z) Outros compostos organoclorados 0,05 mg/l

VIII - nos lançamentos em trechos de corpos de água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários, além dos itens anteriores, serão observados os limites máximos para as seguintes substâncias:

- a) Fósforo total 1,0 mg/l
- b) Nitrogênio total 10,0 mg/l
- c) Ferro total 15,0 mg/l

IX - tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejo infectados com microorganismos patogênicos, e forem lançados em águas destinadas à recreação primária e à irrigação, qualquer que seja o índice coliforme inicial;

X - a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo de água, todas as avaliações deverão ser feitas para as condições mais desfavoráveis;

XI - no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos de água;

XII - no cálculo das concentrações máxima permissíveis não serão consideradas vazões de efluentes líquidos obtidas através de diluição dos efluentes;

XIII - regime de lançamento contínuo de 24 h/dia com variação máxima de vazão de 50% de vazão horária média;

XIV - DBO 5 dias no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de água residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); e

XV - os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.

Anexo 7. Solicitação para divulgação dos dados nesse trabalho de conclusão de curso.

**SOLICITAÇÃO DE APRESENTAÇÃO DE DADOS
EXCLUSIVAMENTE PARA CONCLUSÃO DE CURSO**

De: Bruna Fernandes Alves Cascais

DIOPE/Laboratório de esgoto (Estagiária de Química)

Para: Ilmo. Sr. Carlos Alberto Coutinho

DM/SRM

Florianópolis, 15 de Outubro de 2008.

Com meus cordiais cumprimentos venho por meio desta, solicitar a autorização para divulgar os dados de entrada e saída (ano 2008) das estações de tratamento de esgoto da DM/SRM: ETE Insular e ETE Potecas apenas em meu trabalho de conclusão de curso (habilitação: Bacharelado em Química) da Universidade Federal de Santa Catarina – USFC no dia 21 de novembro de 2008.

Aproveito o ensejo para convidar vossa ilustríssima presença a minha apresentação.

